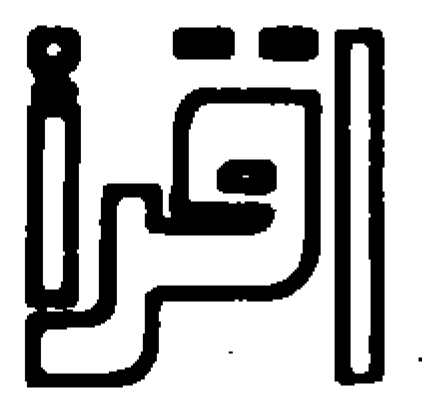
اقرأ

عدد ممتاز

المهندس سعد شعبان

ـب فى الفضاء

دار المعارف



[٥٩٦]

ثقب فى الفضاء

المهندس سعد شعبان

ثقب في الفضاء



دار المعارف

إن الذين عنوا بإنشاء هذه السلسلة ونشرها، لم يفكروا إلا فى شىء واحد، هو نشر الثقافة من حيث هى ثقافة، لا يريدون إلا أن يقرأ أبناء الشعوب العربية. وأن ينتفعوا، وأن تدعوهم هذه القراءة إلى الاستزادة من الثقافة، والطموح إلى حياة عقلية أرقى وأخصب من الحياة العقلية التى نحياها.

طه حسين

الناشر : دار المعارف - ١١١٩ كورنيش النيل - القاهرة ج.م.ع.

بِسْمِ اللهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِيمِ

﴿ وَجَعَلْنَا ٱلسَّمَآءَ سَقْفًا مَّحْفُوظًا ۖ وَهُمْ عَنْ ءَايَٰتِهَا مُعْرِضُونَ ﴾

صدق الله العظيم

[سورة الأنبياء - الآية ٣٢]

قرآن كريم

مقدمة المؤلف

ثقب الأوزون، ابن شرعى لقضية التلوث التى تزايدت على الأرض، فانتقلت إلى أغوار السماء، ولم تعد مشكلة التلوث حبيسة دوائر البحث العلمى، ولا مقصورة على مناقشات المثقفين، بل أصبحت فى دائرة اهتمام رجل الشارع، كما لم تعد مشكلة تختص بها الدول المتقدمة وحدها، بل أخذت سبيلها إلى الدول النامية أيضًا، لأن أضرارها وآثارها عبرت الحدود الجغرافية.

ومن ثم فقد رأيت أن المكتبة العربية فى حاجة إلى مؤلف، يتناول المشكلة من كافة أطرافها، خاصة بعد أن ثار جدل حولها، يحاول التقليل من أهميتها ولعلى قد وفقت، والله ولى كل توفيق.

مهندس / سعد شعبان

المحتويات

البـاب الأول

الغلاف الجـوى

الهـواء:

تنفرد الكرة الأرضية دون سائر الكواكب بأنه يحيط بها غلاف جوى تتجدد فيه التفاعلات الكيماوية بصفة مستمرة، وهذا ما جعـل كرتنـا الأرضية متميزة بظاهرة الحياة المتعددة الصور على سطحها بل وفى باطنها، فى صور إنسان وحيوان ونبات، بل يمكن أن نضيف إليها أيضًا صورًا غير منظورة لم نتوصل إلى معرفتها بعد.

ولقد تعارف الناس على أن يطلقوا على الطبقة القريبة من الأرض، من هذا الغلاف الجوى اسم «الهواء» وفى الهواء تهب الرياح، وتظهـر السحب، ويهطل المطر.

ويتألف الهواء الذى يعلو رؤوس البشر، من غازات مختلفة، متمازجة أو منفصلة عن بعضها البعض، هى التى يكون ثقلها ما تعارف العلماء على

تسميته باسم «الضغط الجوى» ونظرًا لاختلاف كثافة كل من هذه الغازات، ولاختلاف خواصها الطبيعية أيضًا، فإن هذه الغازات تتوزع فى الغلاف الجوى فى طبقات يعلو بعضها البعض الآخر، وتتضافر العوامل الطبيعية المختلفة فى إعطاء صفات مختلفة خاصة لكل طبقة من طبقات الغلاف الجوى، تميزها عن الطبقات الأخرى، ووفقًا لنواميس طبيعية، نجد أن الكثافة تقل كلما زاد الارتفاع عن سطح الأرض، وكذلك تقل درجات الحرارة.

وبنظرة مجردة فإن الغلاف الجوى المحيط بالكرة الأرضية يمتد إلى ارتفاعات محدودة، ولكن ماذا يكون بعد هذه الارتفاعات؟ إن ما يعلوه هو «الفضاء القريب» أو «الفضاء الدانى» الذى يفصل الكرة الأرضية عن جيرانها من الكواكب وعن القمر وعن الشمس، ولكن الفضاء لا يظهر فجأة، بل تنساب إليه طبقات الغلاف الجوى فى تدرج، حتى تصل إلى انعدام الوجود الغازى..، أو ما يمكن أن نطلق عليه اسم «الفضاء البعيد» أو «الفضاء الخارجى».

ومن الواضح أن كلمة «فضاء» تعنى الخلو من المكونات والغازات، ولكن ليس خلوا خالصًا تمامًا، ولكنه يعنى التخلخل الشديد من المكونات.

طبقات الغلاف الجوى:

تعارف العلماء قديمًا على تقسيم الغلاف الجوى إلى ثلاث طبقات رئيسية، كما فى الشكل (١)، هى:

١ - التروبوسفير أو الطبقة اللصيقة (Tropo Sphere).

٢ – الاستراتوسفير أو الطبقة المحيطة (Stratosphere).

٣ – الأيونوسفير أو الطبقة المتأينة (Iono Sphere).

ولكل من هذه الطبقات حدودها من حيث الارتفاع وخواصها، ومكوناتها وآثارها على الأرض، ويمكن توضيح ذلك تفصيلاً:

طبقة التروبوسفير:

الطبقة اللصيقة بسطح الأرض، تمتد حتى (١٨) كيلو مترًا فوق خط الاستواء وحتى (٨) كيلومترات فوق القطبين، وفيها تحدث الظواهر الجوية المعروفة من ضباب وسحب وأمطار ورياح وتيارات حمل رأسية ومطبات هوائية والعواصف، وذلك نتيجة لدورة بخار الماء التى تعتبر مقصورة على هذه الطبقة وحدها، وفيها تتناقص درجة الحرارة مع الارتفاع بمعدل قدره (٦) درجات مئوية لكل (١٠٠٠) متر ويحد الطبقة من أعلاها غلاف، وهى ما تعارف علماء الطبيعة الجوية على تسميته «التروبوبوز»، وهو الذى يفصلها عن الطبقة التالية.

طبقة الاستراتوسفير:

تمتد حتى ارتفاع (٨٠) كيلومترًا فوق الأرض، والجزء الأسفل من هذه الطبقة حتى ارتفاع (٣٠) كيلومترًا يتميز بأن حرارته ثابتة، ولا تحدث فيه تيارات حمل، ويعتبر مستقرا تمامًا.

لكن بعد هذا الارتفاع تبدأ درجة الحرارة فى الارتفاع وتصل إلى أقصاها عند ارتفاع (٦٠) كيلومترًا حيث تصل إلى (١٠٠) درجة مئوية،

ثم تأخذ الحرارة فى الانخفاض ثانية حتى تصل إلى (٢٠) درجة مئوية عند ارتفاع (٨٠) كيلومترًا.

وسبب هذا الارتفاع فى درجة الحرارة انتشار غاز «الأوزون»، ونظرًا لانعدام وجود بخار الماء فى طبقة الاستراتوسفير فإن الظواهر الجوية تنعدم فيه، ولذلك يعتبر الطيران فيه مثاليًا لتوفر الرؤية الجيدة.

ويحرص بعض العلماء على تقسيم الاستراتوسفير إلى طبقات فرعية منفصلة، هى كما أشرنا من قبل طبقات «الأوزونوسفير» و «الميزوسفير»، و «والثرموسفير»، ويعنينا هنا أن طبقة «الأوزونوسفير» هى التى ترتفع فيها درجة الحرارة ارتفاعًا ملحوظًا، وهى بين ارتفاعى (٣٠)، (٦٠) كيلومترًا.

طبقة الأيونوسفير:

تمتد بين ارتفاعى (٨٠)، (٣٠٠) كيلومتر، وتتميز بانتشار «الأيونات» أى ذرات الهواء المتأينة نتيجة لتعرضها للأشعة فوق البنفسجية، والعوامل الجوية السائدة على هذه الارتفاعات من انخفاض حاد فى درجات الحرارة، ونقص فى الضغط، الأمر الذى يساعد على خلق حالة من التوتر الذرى، الذى ينتهى بجعل ذرات الغازات المتخلخلة تخلخلًا شديدًا، فى حالة شبه «متكهربة» فيمكنها أن تعكس الموجات اللاسلكية التى تخترقها.

وقد تعارف علماء الاتصالات اللاسلكية على تقسيم طبقة «الأيونوسفير» إلى طبقتين فرعيتين هما طبقة «هيفيسيد» «Heaviside»

نسبة إلى العالم «كينلى هيفيسيد» وهى تمتد بين ارتفاعى (٨٠)، (١٠٠) كيلومتر، وطبقة «أبلوتون» «Appleton»، وهى تمتد بين ارتفاعى (٢٥٠)، (٣٠٠) كيلومتر. وكلتا الطبقتين تعملان على عكس الموجات اللاسلكية القصيرة «Short Waves» وإعادتها إلى الأرض، وخاصة ليلًا، ولـذلك يسهل التقاط الإذاعات ذات الموجات القصيرة عندما يحل الظلام. ولقد عمل بعض العلماء على تحديد طبقات فرعية أخرى فى طبقة الأيونوسفير مثل الطبقة (د) (D) تحت طبقة «هيفيسيد»، والطبقة (ج) (G) فوق طبقة «أبلتون»، وكلتا الطبقتين لهما نفس الخواص.

التقسيم الحديث:

أما التقسيم الحديث لطبقات الغلاف الجوى بدءًا من سطح الأرض، فقد تعددت وأصبحت.

١ - التروبوسفير أو الطبقة اللصيقة (Troposphere).
٢ - الاستراتوسفير أو الطبقة المحيطة (Stratosphere).
٣ - الميزوسفير أو الطبقة الوسيطة (Mesosphere).
٤ - الثرموسفير أو الطبقة الحرارية (Thermosphere).
٥ - الأيونوسفير أو الطبقة المتأينة (Ionosphere).
٦ - الأوكسوسفير أو الغلاف الخارجى (Oxosphere).

ويهمنا أن نشير إلى أن هذا التقسيم لا يناقض التقسيم القديم السابق توضيحه، ولكن الاختلاف يتركز فى طبقة الاستراتوسفير التى قسمت إلى طبقات فرعية، وفيها تظل درجة الحرارة ثابتة تقريبًا حتى ارتفاع (٣٠) كيلومترًا.

وهى تضم «طبقة الأوزون» التى ترتفع فيها درجة الحرارة نتيجة لامتصاص الأشعة فوق البنفسجية.

* طبقة الميزوسفير:

أو الوسيطة فتمتد حتى ارتفاع (٨٠) كيلومترًا فتنخفض درجة الحرارة، وتتميز بظهور «الومضات المضيئة»، وتتحكم فى هذه الطبقة الشهب والنيازك التى ترد من الفضاء الخارجى قبل وصولها إلى سطح الأرض.

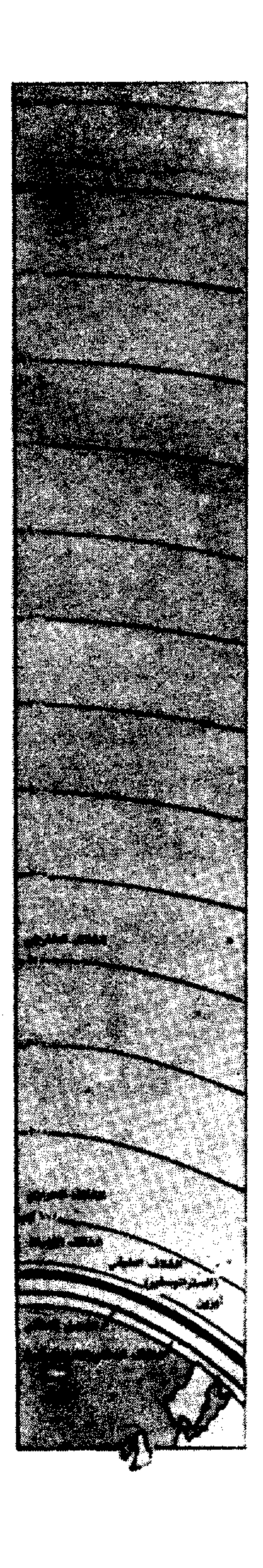
* طبقة الثرموسفير:

فهى تمتد حتى ارتفاع (٨٠٠) كيلو متر وتحدث فيها تبدلات حادة فى درجات الحرارة بين الليل والنهار وتضم طبقة «الأيونوسفير» فى الجزء الأسفل منها حتى ارتفاع (٣٠٠) كيلومتر.

* طبقة الأوكسوسفير:

أو الفضاء الخارجى فتمتد إلى ارتفاعات تتجاوز (١٠٠٠) كيلومتر نحو الفضاء الكونى الذى بين الكواكب، وبين الكواكب والشمس، وبين النجوم وبعضها البعض.

وفى طبقة الأيونوسفير تحدث أحيانًا ظواهر جوية خاصة وغير شائعة، ويغلب أن نرى فى المناطق الباردة والقطبية، ظاهرة «وهج الأورورا» «Ourora» وهى توهج يحدث فى طبقات الجو العليا نتيجة لتأين الغازات. وفى المناطق القطبية الشمالية تسمى «أورورا بولاريس Ourora Polaris»



شكل (١) طبقات الغلاف الجوى

أما فى المناطق القطبية الجنوبية فيسمى «أورورا أوستراليس Ourora Oustralis».

يلى طبقة الأيونوسفير، الفضاء الخارجى الذى يفصل الأرض عن الكواكب، أخواتها فى المنطقة الشمسية، ويطلق عليه علماء الكونيات اسم «الفضاء البيكوكبى»، ويليه الفضاء الذى يفصل الكواكب عن الشمس والنجوم الأخرى المماثلة لها، ويطلقون عليه اسم «الفضاء البينجمى».

تكوين الغلاف الجوى:

المفترض أن الأرض مثل سائر الكواكب الأخرى، كانت كتلة صخرية منصهرة عند بدء تكوين المنظومة الشمسية بانفصالها عن الشمس قبل نحو ٤,٢ مليار سنة، ووفقًا لهذه النظرية السائدة دون غيرها من حيث المنطق المعقول، فإن هذه الكتلة عندما بدأت تبرد، تشكل جو محيط بها من غازات انطلقت من السطح الساخن لهذا الكوكب، ومن البراكين التى كانت تبعث بهذه الغازات عاليًا بعيدًا عن السطح.

ويتألف جو الأرض اليوم من الغازات التالية من حيث نسبة كتلتها فيه:

- النتروجين بنسبة ٧٥٪.
- الأكسجين بنسبة ٢٣٪.
- ثانى أكسيد الكربون بنسبة ٠,٠٤٪.
- الأرجون بنسبة ١,٣٪.
- وبعض غازات أخرى ضئيلة النسبة.

ومن حيث الحجم فإن هواء الغلاف الجوى حتى ارتفاع ٢٥ كيلومترًا، يتكون من الغازات التالية حسب نسبتها المئوية:

- النتروجين بنسبة ٧٨,٠٩٪.
- الأكسجين بنسبة ٢٠,٩٥٪.
- الأرجون بنسبة ٠٠,٩٣٪.
- الكريبتون بنسبة ٠٠,٠٠٠١٪.
- الهيدروجين بنسبة ٠٠,٠٠٠٠٥٪.
- الهيليوم بنسبة ٠٠,٠٠٠٥٢٪.
- النيون بنسبة ٠٠,٠٠١٨٪.
- بخار الماء بنسبة ٠٠,٠٤٪ على الأكثر.
- ثانى أوكسيد الكربون بنسبة ٠٠,٠٣٪ على الأكثر.
- الأوزون بنسبة ٠٠,٠٠٠٠١٪ على الأكثر.

من ذلك يتضح أن الأوكسجين هو العنصر الأساسى فى تكوين الغلاف الجوى من حيث أهميته للحياة على الأرض فى صورها المختلفة، فالجسم البشرى الذى ينقطع عنه الأوكسجين لبضع دقائق يكون مصيره الموت. ولكن لو دققنا التفكير فإن الأوكسجين هو الغاز الحافظ لاستمرار الحياة على الأرض، ولكنه ليس السبب الأول فيها، لأن الأوكسجين مصدر النبات، الذى يبنى خلاياه بامتصاص غاز ثانى أوكسيد الكربون، ويلفظ فى الجو غاز الأوكسجين الزائد عن حاجته لاستكمال دورة التمثيل الغذائى فيه.

ويردد البعض خطأ وبدون تفكير، القول السائد «أن الحياة هى عطاء

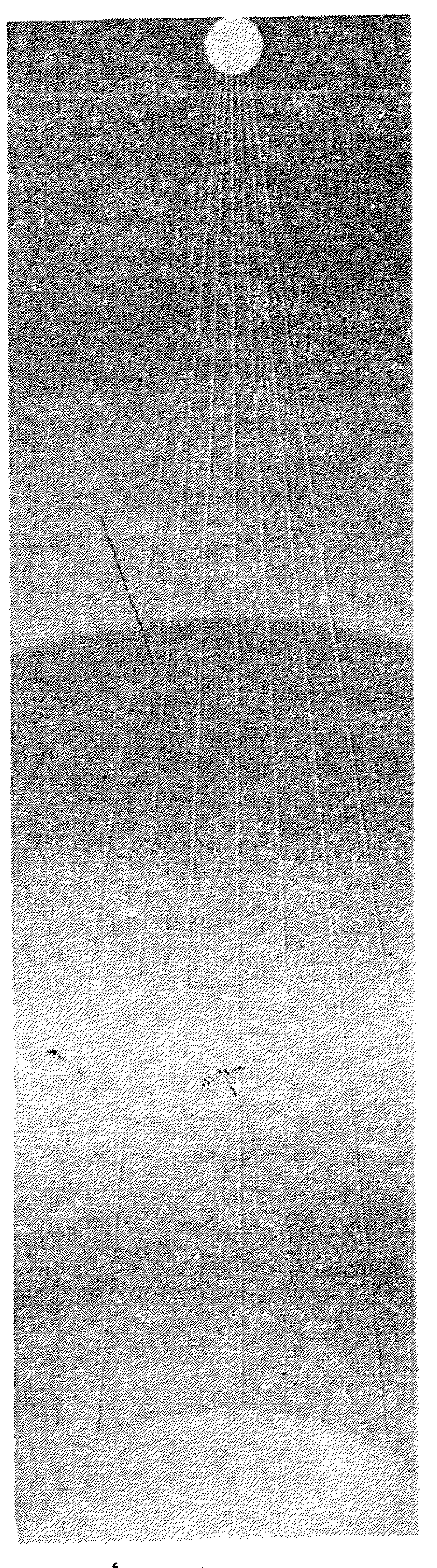
الأوكسجين» ظنا منهم أن الأوكسجين هو العامل الأول فى وجود الحياة على الأرض، لكن الحقيقة أن الفضل الأول فى هذا يعود إلى الماء، وليس الأوكسجين، وهذا ما عبر عنه القرآن الكريم ﴿وجعلنا من الماء كل شيء حي﴾ (سورة الأنبياء آية٣٠). ولذلك تزدهر الحياة حول ضفاف الأنهار وحول آبار المياه وحيث يسقط المطر وتترعرع الأشجار. وكل الحضارات القديمة نشأت ونمت وازدهرت فى أحضان الأنهار وروافدها، لأنها ارتبطت بالنباتات والزراعة ونظم الرى، وعلى العكس تجدب الحياة، وتصعب وتندر، حيث يعز وجود مياه الأنهار، ومياه الأمطار، كما فى الصحراوات والقفار.

ومن ذلك يتضح أن غازى النتروجين والأوكسجين هما المكونان الرئيسان فى الهواء، ويسميان غازات دائمة، لأن نسبتهما لا تتغير من حيث الحجم من مكان لآخر، والشأن فى ذلك أيضًا يكون بالنسبة لبعض الغازات الأخرى الضئيلة.

لكن الدور الفعال فى الهواء بالنسبة للظواهر الجوية يلعبه بخار الماء.

دورة بخار الماء:

الدورة التى تتجدد فيها الغازات فى الغلاف الجوى، يلعب فيها النبات دور «الوسيط»، فالنبات يستمد ثانى أوكسيد الكربون من الهواء ليبنى به خلاياه، ويلفظ إلى الجو الأوكسجين الناتج عن التفاعلات التى يقوم عليها هذا البناء، ليستنشقه الإنسان والحيوان. وتنشط عملية البناء هذه نهارًا فى ضوء الشمس، فيما يسمى «التمثيل الكلورفيللى»، ولذلك



شكل (٢) طبقة الأوزون

يستحب أن يتـواجد الإنســان فى الغابـات أو الحدائق نهارًا، ليستنشق الأوكسجين النقى. وتشير بعض القياسات إلى أن الشجـرة الواحـدة متوسطة الحجم، يكفى أن تمد (٤٠) شخصًا بالأوكسجين نهارًا.

بينما تنعكس الآية ليلًا، فيبدأ النبات فى لفظ ما يزيد عن حاجته من ثانى أوكسيد الكربون، ولذلك أيضًا لا يستحب أن يتواجـد الناس فى الحدائق ليلًا. ولكن الواضح أنه قد أصبح فى عصر المدنية الحديثة قدرًا كبيرًا من ثانى أوكسيد الكربون، لكنه ملوث بالسموم التى تمخضت عنها التكنولوجيا الحديثة، فيما نطلق عليه مجازًا «تلوث البيئة».

ولذلك فإن الدور الرئيسى فى الغلاف الجوى يلعبه بخار الماء ويسانده الأوكسجين وثانى أوكسيد الكربون، فى إضفاء استمـرارية الحيـاة على الأرض، ويستوى هذا الأمر سواء فوق سطحها أو تحته.

ولو تتبعنا دورة بخار الماء فى الغلاف الجوى نجدها دورة مغلقة، تبدأ بتبخر مياه البحار والأنهار والمحيطات والبرك والبحيرات، والتى تغطى حوالى ٤,٥ سطح الكرة الأرضية، وذلك بتأثير حرارة أشعة الشمس التى تسقط عليها، فيتصاعد بخار الماء فى الجو إلى أعلى، وكلما زاد ارتفاعه بردت حرارته، حتى تصل درجته إلى درجة التكثف، وتتكون منه قطرات الماء، ثم تتكون السحب من البخار المتكثف حول بعض النويات الصلبة كالأتربة والأملاح، والذى عندما تزداد برودته يتحول من الصورة الغازية إلى الصورة السائلة، ولكن على هيئة قطرات أو ذرات صغيرة يستطيع الهواء حملها. فإذا زاد هبوط درجة الحرارة حولها، فإن هذه القطرات، تتزايد فى الوزن حتى تصبح أثقل مما يستطيع الهواء حمله، فتسقط على



شكل (٣) السحب من الفضاء

الأرض فى هيئة مطر، فتكمل بذلك الدورة فى الغلاف الجوى وتعود المياه لتشكل الأنهار أو تزيد المحيطات أو تروى الأرض.

وقد ورد فى القرآن الكريم، عدة تصويرات لهذه الدورة فى قوله تعالى:

﴿الله الذى يرسل الرياح فتثير سحابًا، فيبسطه فى السماء كيف يشاء ويجعله كسفًا فترى الودق يخرج من خلاله فإذا أصاب به من يشاء من عباده إذا هم يستبشرون * وإن كانوا من قبل أن ينزل عليهم من قبله لمبلسين * فانظر إلى آثار رحمة الله كيف يُحْيِ الأرض بعد موتها إن ذلك لَمُحْيِ الموتى، وهو على كل شىء قدير﴾.
[سورة الروم - الآيات ٤٨ - ٥٠]

* وفى الآية الكريمة:

﴿وهو الذى أنزل من السماء ماء، فأخرجنا به نبات كل شىء، فأخرجنا منه خضرًا نخرج منه حبا متراكبًا، ومن النخل من طلعها قنوان دانية وجنات من أعناب...﴾ [سورة الأنعام - الآية ٩٩]

* وفى الآية الكريمة:

﴿هو الذى أنزل من السماء ماء لكم منه شراب ومنه شجر فيه تُسِيمُون * ينبت لكم به الزرع والزيتون والنخيل والأعناب ومن كل الثمرات، إن فى ذلك لآية لقوم يتفكرون﴾.
[سورة النحل - الآيتان ١٠، ١١]

الباب الثانى

الـرداء الكونى

اكتشاف طبقة خاصة:

نـظمت الأمم المتحدة فى عـام ١٩٥٨ دورة علمية خـاصـة لتبـادل المعلومات العلمية بين الدول، وأطلق على الدورة «السنة الجيوفيزيقية»، أو «السنة الجغرافية الدوليـة»، رغم أن مدة هـذه الدورة كـانت أربع سنوات. ووقتها كان عصر الفضاء قد بدأ فى عام ١٩٥٧، بإطلاق القمر الصناعى السوفيتى الأول «سبوتنيك - ١»، ثم تلاه عدة أقمار أمريكية، ثم سيل منهمر إلى الفضاء.

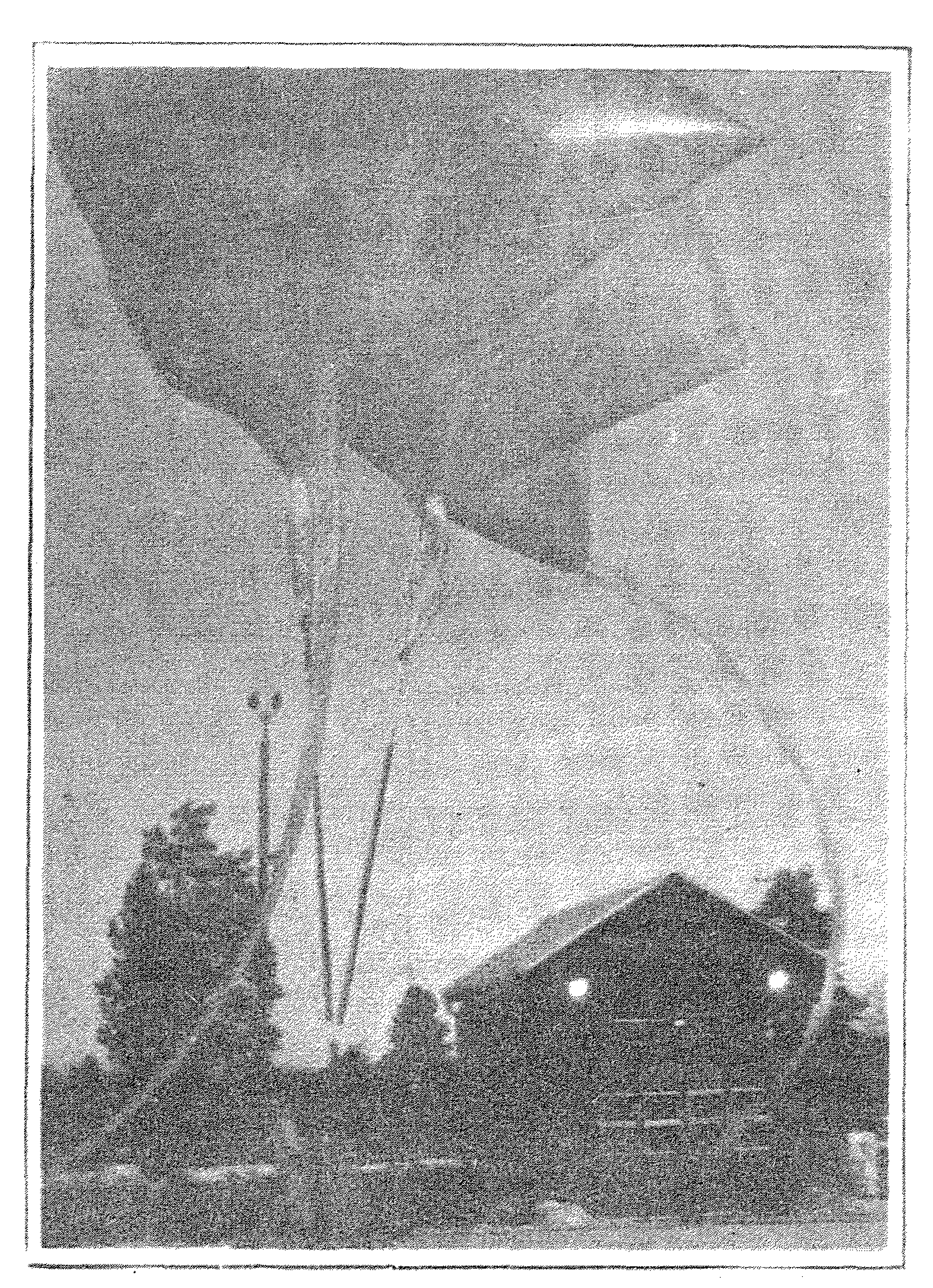
ولقد كانت كل الأقمار الصناعية آنذاك تطلق لأغراض علمية بحتة، تتركز فى جمع المعلومات عن ذلك المجهول الجديد «الفضاء» لمعرفة طبيعته ومكوناته وأنسب وأسهل الطرق للتعامل معه.

ولقد تفنن كثير من العلماء فى مختلف التخصصات فى استحداث أجهزة

توضع فى أقمار القياسات العلمية، لتسجيل ما يريدون معرفته عن الفضاء، بعد أن كانت وسائلهم تقليدية ومحدودة الفاعلية مثل إطلاق البالونات، وتعليق بعض الأجهزة بها.

ولقد أزاحت القياسات العلمية التى سجلتها بعض الأقمار الصناعية سرا كان مبهمًا قبل ذلك بعدة سنوات، وظل علماء الطبيعة الجوية يتخبطون فى تفسير أسبابه قبل حلول عصر الفضاء. ذلك أن الأقمار الصناعية قد كشفت وجود ارتفاع فى درجة الحرارة فى طبقة من الغلاف الجوى، وازدياد هذا الارتفاع الحرارى بزيادة الارتفاع، بينما كان المفترض وفقًا للمعدلات الطبيعية فى الطبقات الأخرى، أن تهبط درجة الحرارة ولا ترتفع، وأن يزداد هبوطها بزيادة الارتفاع. ولذلك فقد كان ما سجلته الأقمار الصناعية غريبًا، وتركزت هذه الظاهرة فى طبقات الغلاف الجوى بين (٢٨)، (٢٥٠) كيلومترًا. غير أن الإحصائيات المتوالية من قياسات سلسلة الأقمار الصناعية الأمريكية المسماة «الكاشف» أو «إكسبلورر» «Explorer»، أوضحت للعلماء السر الذى كان مستغلقًا عليهم سنوات طوال. ولقد تكونت هذه السلسلة من الأقمار من (٣٨) قمرًا، وتوالى إطلاقها بين فبراير ١٩٥٨، ويوليو ١٩٦٨.

وعندما عكف العلماء على تحليل معطيات هذه الأقمار، وضح أمامهم أن السبب فى ارتفاع درجة الحرارة فى هذه الطبقة مرجعه إلى وجود غاز «الأوزون» «Ozone» بتركيز شديد، وأن تفاعلًا كيماويا تحدثه الأشعة فوق البنفسجية فى مكونات هذه الطبقة.



شكل (٤) إطلاق البالونات لقياس الأوزون

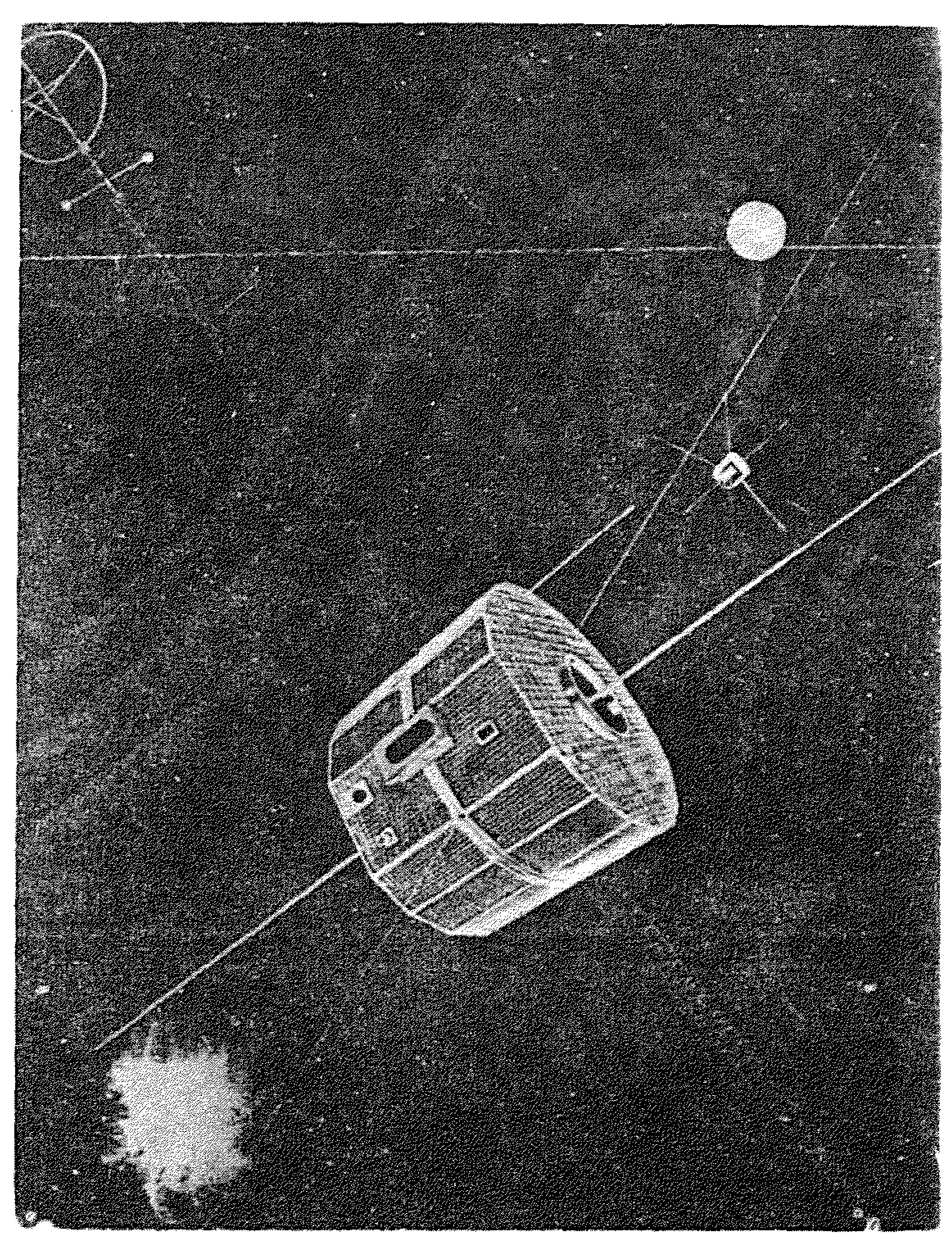
غـاز الأوزون:

الأوزون غاز شفاف وسام، ورمزه الكيمـاوى (أ٣)، أى يتكون من ثلاث ذرات من ذرات الأوكسجين، لأنه.. فى حقيقة الأمر صورة غـير مستقرة من صور الأوكسجين الذى يتكون الجزىء الواحد منه من اتحاد ذرتين (أ٢).

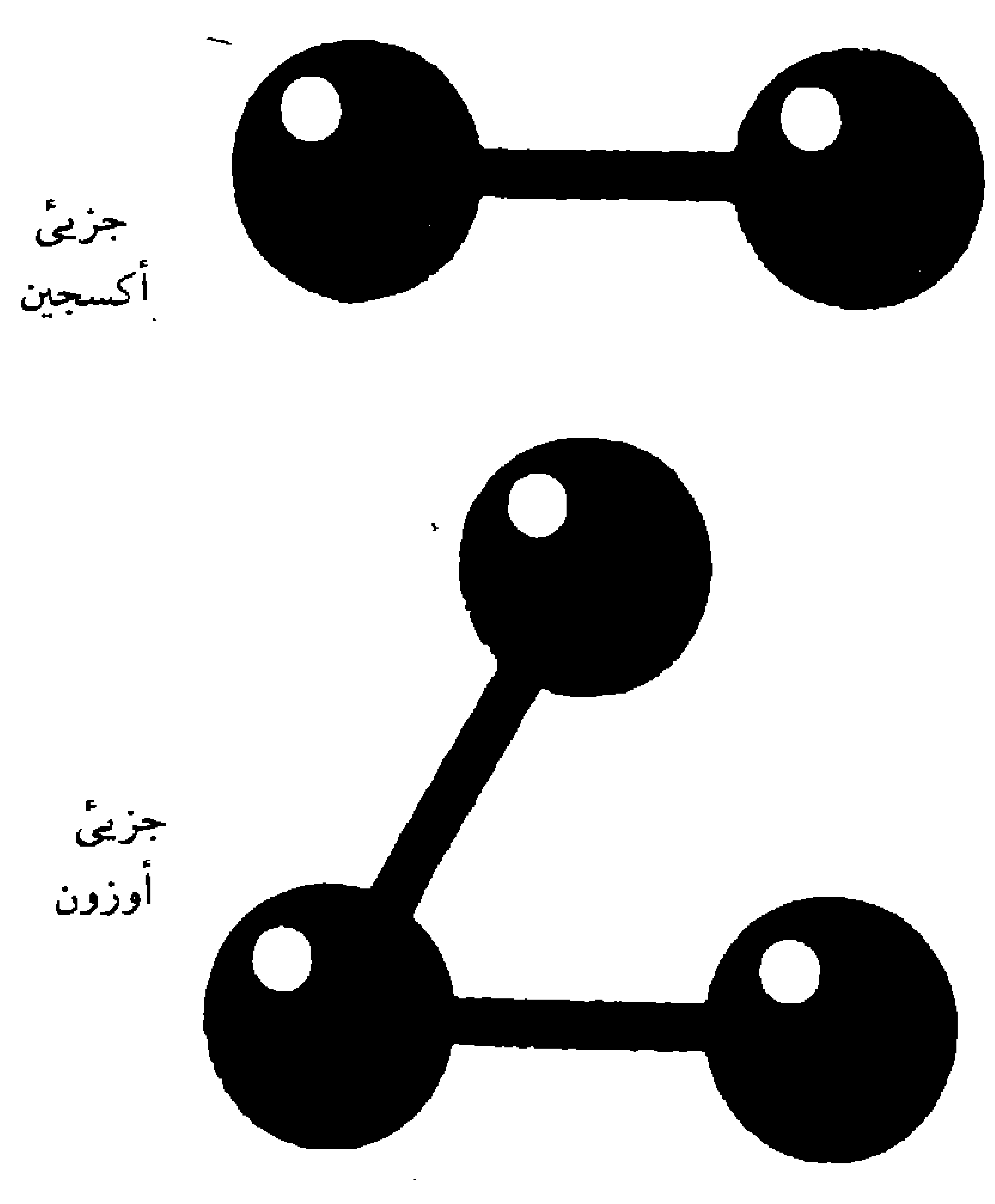
ولقد خلق الله الأوكسجين غازًا مستقرا، تتوقف عليه كل صور الحياة على الأرض، وهو الأصل فى التواجد فى الغلاف الجوى.

لكن تعرضه فى بعض طبقات الجو العليا للأشعة فوق البنفسجيـة، يجعله يتفكك، وتصبح ذرات بعض جزيئاته غير مستقرة، وتنفصل إحدى ذرات الجزىء المتعلق أو المتفكك لتكون جزيئًا آخر، مكونة غازًا غير مستقر هو «الأوزون».

والأوزون نسبته فى الغلاف الجوى ضئيلة، وقد لا تتجاوز فى بعض الأحيان واحدًا فى المليون. والخواص الـطبيعية لغـاز الأوزون رغم أنه صورة من صور الأوكسجين، تختلف عنه تمامًا. فهو كما سبق أن أسلفنا، شفاف وسام. ولذلك فمن رحمة الله بعباده أن تكوّنه لا يتم قـريبًا من سطح الأرض، حتى لا يستنشقه الإنسان أو الحيوان مختلطًا بالأوكسجين، لأن تنفس قدر ضئيل منه يحدث تهيجًا فى الجهاز التنفسى، وقد يؤدى إلى الموت فى النهاية. وفضلًا عن ذلك فإن له القدرة على إتلاف النباتات، وكثير من المواد الأخرى مثل المطاط، وبعض أنواع الملابس ولكن الله جعل له فوائد أخرى جليلة.



شكل (٥) القمر الأمريكى إكسبلورر Explorer



شكل (٦) تركيب الأوزون والأكسجين

ومن لطف الله بالبشرية أن غاز الأوزون شديد السمية، فهو يفوق مركبات السيانيد والاستركنين وأول أوكسيد الكربون المعروفة بأنها من أشد المواد والغازات سمية. بيد أن عوادم السيارات فى المدن المـزدحمة يؤدى إلى زيادة تركيزه، فنسبة هذا التركيز لا تزيد عن ٠,٠٢ جزء فى المليون من المناطق الخـالية من السيـارات. ولكن فى المدن الصنـاعية والعامرة بالسيارات، تقفز نسبته إلى ٠٥, جزء فى المليون، ولكن للأوزون

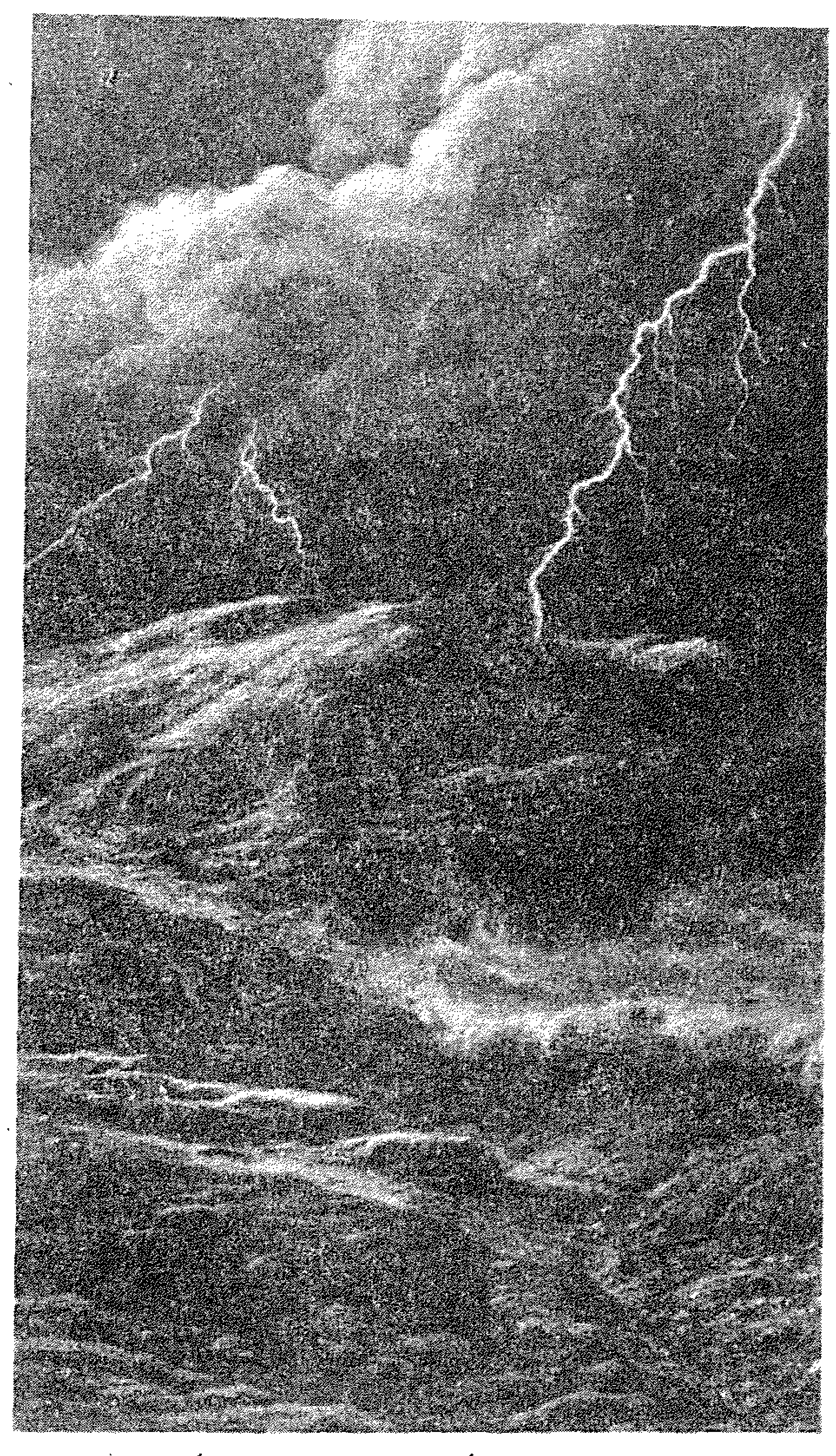
فى الحياة فوائد أخرى كثيرة، منها فائدة طبيعية تتمثل فى قتل البكتريا والفيروسات والطفيليات.

ولذلك تستخدمه بعض الدول فى معالجة مياه الشرب ومياه الصرف الصحى، وفى تعقيم بعض المعلبات، أو تعقيم المأكولات. وبذلك يمكن تصور أن وجود الأوزون فى الغلاف الجوى يقوم بعملية تنظيف أو تعقيم للبيئة.

ولقد أوضحت قياسات الأقمار الصناعية أن طبقة «الأوزون» يتركز وجودها قرب ارتفاع متوسطه ٢٨ كيلومترًا، لكنها قد تعلو عن ذلك أو تهبط، ولكن هذا التركيز لا يعنى أن الأوزون ينتشر بنسب متفاوتة فى طبقة الجو التى تعلو «التروبوبوز» التى أشرنا إليها من قبل والمسماة «الاستراتوسفير»، لأن الحقيقة أن الأوزون ينتشر بين الارتفاعات ١٨، ٥٠ كيلومترًا، لكن تركزه يكون فى طبقة محددة على ارتفاع بين (٢٨، ٣٠) كيلومترًا بنسبة أكبر. الأمر الذى جعلهم يطلقون على هذه الطبقة التى ترتفع فيها درجة الحرارة ارتفاعا حادًا اسم «الأوزونوسفير».

ولا يعنى تواجد الأوزون فى هذه الطبقة أنه يشكل كل جزيئات الهواء فى هذه الطبقة، بل يتوزع فيها بنسب ضئيلة. وقد لا يزيد هذا التواجد عن نسبة جزىء واحد من الأوزون وسط مائة ألف جزىء من الغازات الأخرى.

ولو شئنا أن نتصور مقدار ضآلة وجود غاز الأوزون فى الغلاف الجوى، فوق سطح الأرض حتى ارتفاع ٥٠ كيلومترًا، وتصورنا كذلك تعرض كميات الأوزون لظروف مماثلة لتلك الظروف الموجودة على سطح



شكل (٧) البرق أحد مسببات تكون الأوزون

البحر من ضغط وحرارة، لما زاد سمك طبقة الأوزون هذه عن بضع ملليمترات، وقد لا يزيد سمك هذه الطبقة الخيالية عن ملليمترين على الأكثر.

لكن رغم ضآلة هذا التكوين، وندرته فى الغلاف الجوى فإنه يجدد نفسه بصفة مستمرة، بمعنى أن صورته غير المستقرة تتعرض لبعض الظروف التى تجعلها تتفكك وتندثر. ولكن استمرار سقوط الأشعة فوق البنفسجية من الشمس، يجعل الأوزون يجدد نفسه بقدر ما يكون هذا التحلل طبيعيا.

وعلى سبيل المثال، فإن من حكمة الله أن حدوث البرق نتيجة تفريغ الشحنات الكهربية التى فى السحب، يلعب دورًا.

فإذا مازاد اضمحلال الأوزون عن الحد الطبيعى، فإن الأمر يكون له شأن آخر تنعدم معه فوائد وجود هذا الغاز فى الغلاف الجوى، والذى جعله الله رداء كونيا، يحمينا من غوائل الإشعاعات التى يمكن أن تنفذ إلى الأرض.

بل إن الحياة على سطح كوكب الأرض مدينة فى استمرارها إلى وجود هذه الطبقة الرقيقة، التى تعمل بمثابة مرشح (فلتر) ليس فقط للإنسان وحده، بل هو يحمى كل صور الحياة الأخرى من نبات وحيوان بل وتمتد إلى الأحياء البحرية، بما فى ذلك «البلانكتون» ذات الخلية الواحدة التى تتغذى عليها الأسماك.

الأشعة فوق البنفسجية:

أشعة الشمس فى طبيعتها تموجات قصيرة جدا، ترتحل فى الفضاء بأكبر سرعة خلقها الله فى الحياة، وعرفها الانسان حتى الآن، وهى سرعة الضوء.

وقد تعارف الناس على أن أشعة الشمس لونها أصفر فاتح يميل إلى البياض، ويصاحبها احمرار تحدثه فى الأجسام التى تسقط عليها، بالإضافة إلى الضياء الذى تضفيه عليها. لكن أشعة الشمس المرئية، أمكن للعلماء منذ بضعة قرون تحليلها، واثبات أنها تتكون من سبعة ألوان مندمجة ومتمازجة، وأطلق عليها اسم «ألوان الطيف» وهى:

البنفسجى، والأزرق، والنيلى، والأخضر، والبرتقالى، والأحمر، والأصفر.

كما أمكن للعلماء إثبات أن هذه الألوان يختلف كل منها فى تموجاته عن الآخر، فكل منها له «طول موجى» يختلف عن الآخر، أى أن لكل منها ترددًا مختلفًا. وأمكن لهم أيضًا معرفة أن هناك تموجات أخرى «غير مرئية» تجاوز ألوان الطيف المرئية، وتزيد عنها وتقصر. ورغم أنه من المتعذر على الإنسان رؤيتها بالعين المجردة إلا أنه يمكن لوسائل قياس أخرى إدراك وجودها. واستدلالًا بآثارها الكيماوية أطلقوا على هذه الأشعة غير المرئية اسم «تحت الحمراء» و«فوق البنفسجية». والتموجات الضوئية سواء المرئى منها، أو غير المرئى تقاس بوحدة متناهية الصغر هى «النانومتر» أو اختصارًا «نم»، وهى تعادل واحدا من

ألف مليون متر. فالتموجات الضوئية المرئية تقع بين ٤٠٠، ٧٠٠نانومتر.

أما تموجات الأشعة تحت الحمراء فتزيد عن ذلك وتقع بين ٧٠٠، ٩٠٠ نانومتر، وتموجات الأشعة فوق البنفسجية تقل عن ذلك وتقع بين ٢٠٠، ٤٠٠ نانومتر. والأشعة فوق البنفسجية يمكن تقسيمها إلى ثلاثة أجزاء حسب أطوال موجاتها:

الجزء الأول: أطوال موجاته بين (٢٠٠، ٢٨٠ نم)، وهى أشعة قاتلة للحياة البشرية، وتحدث أضرارًا بجلد الإنسان، وقد تحدث أنواعًا من الأورام السرطانية. ومن حكمة الله أن غاز الأوزون المنتشر فى طبقات خاصة من الغلاف الجوى يحجبها، ويمنع وصولها للأرض.

الجزء الثانى: أطوال موجاته بين (٢٨٠، ٣٢٠ نم) وهى ضارة أيضًا بالحياة، ولكن غاز الأوزون يقوم بامتصاص جزء كبير منها، وهو يحدث ما يطلق عليه الأطباء اسم «مالينوما» «Malinoma».

الجزء الثالث: أطوال موجاته بين (٣٢٠، ٤٠٠ نم)، وهى غير ضارة نسبيا بالحياة، ولا يمكن لغاز الأوزون امتصاص إلا جزء ضئيل منها.

من ذلك يتضح أن الوظيفة الكبرى التى يقوم بها غاز الأوزون فى الغلاف الجوى، هى حجب الجزء الأكبر من الأشعة فوق البنفسجية قبل وصولها إلى الأرض. فكأنه رداء كونى خلقه الله لحجب الأشعة الضارة بالإنسان وهى الفضاء.

وليس الأمر ضارًا بالحياة البشرية وحدها، بل يمتد إلى آثار طبيعية أخرى سنأتى إليها فيما بعد.



شكل (٨) طبقة الأوزون

تجدد الأوزون:

قد يكون أكثر وضوحًا القول بأن التموجات فوق البنفسجية ذات الأطوال من (٢٤٢ نم)، هى التى تقوم بتفكيك جزيئات الأوكسجين العادى الثنائى الجزىء (أ٢) حتى تصبح بعض ذراته حرة. وتنطلق هذه

لتتفاعل مع ذرات أوكسجين أخرى لتكوين الأوزون. ولا يمكن أن يتم هذا التفاعل إلا بوجود جزيء غاز آخر ليأخذ الطاقة الحركية التي يطلقها التفاعل.

وعادة ما يكون هذا الغاز «الوسيط» هو النتروجين (أي الأزوت) وسنرمز إليه بالرمز (و) فتكون المعادلة الكيماوية لهذا التفاعل هي:

ا + ا$_2$ + و ← ا$_3$ + و

ويؤدي هذا التفاعل إلى أن يكتسب الغاز الوسيط طاقة تجعله يتحرك بسرعة أكبر، فتزداد حرارته، فيؤدي ذلك إلى تسخين الوسط الذي يتم فيه التفاعل أي طبقة الاستراتوسفير. وعلى نفس المنوال يتفاعل الأوزون نفسه بتأثير الأشعة فوق البنفسجية ذات الموجات الطولية بين (٢٠٠، ٢٨٠نم)، وتندمج معظم ذرات الأوكسجين المفردة التي تشكلت بهذه الطريقة بجزيئات أوكسجين أخرى لتعيد تشكيل الأوزون مجددًا.

وهناك تفاعلات أخرى، تدمر الأوزون بشكل أكثر وضوحًا، مثل أكاسيد النتروجين (ن ا) التي لو وجدت في الغلاف الجوي فإنها تعمل كوسيط لتحويل الأوزون، وذرات الأوكسجين إلى جزيئات أوكسجين حرة أخرى على النحو التالي:

ن ا + ا$_3$ ← ن ا$_2$ + ا$_2$

ن ا$_2$ + ا ← ن ا + ا$_2$

وبذلك يعود أكسيد النتروجين إلى حالته الأصلية في نهاية هذه الدورة، بعد أن يقوم بتنقية جزيئات الأوزون.

وبذلك تكون النتيجة الإجمالية، بقاء الديناميكية المستمرة لهذه التفاعلات ما بين تفكيك وتوليد، تجعل الأوزون يظل مستمرا فى الاحتفاظ بكمياته وتوزيعاته فى مختلف طبقات الغلاف الجوى. وكلما اختل هذا التوازن، يتجدد التفاعل حتى يعود التوازن إلى ما كان عليه. وتبقى نتائج هذا التفاعل، وهو امتصاص مزيد من الأشعة فوق البنفسجية، وزيادة حرارة الغلاف الجوى، الأمر الذى يمكن أن نطلق عليه اسم «التأثير الصوبى».

وتستطيع بعض الغازات الأخرى أن تلعب دور الوسيط الذى شرحناه بالنسبة لغاز النتروجين، إذ يستوى فى ذلك غازات الهيدروجين والكلور، فإنها مثله تلعب دورًا هاما فى إحداث التوازن الديناميكى، لحفظ نسب الغازات وتوزيعاتها فى الغلاف الجوى.

الباب الثالث

قصة الفجوة

كانت طبقة الأوزون محل متابعة ومراقبة بواسطة علماء الطبيعة الجوية، وسلطات الأرصاد الجوية فى مختلف الدول المتقدمة، قبل أن يبزغ عصر الفضاء بكثير. والعهد بنا ليس ببعيد، بإطلاق أجهزة الأرصاد الجوية الطائرة إلى جهات متعددة. وهى أجهزة «الراديو-صوند» «Radio-Sond» والمعلقة فى البالونات لقياس مختلف العناصر الجوية اللازمة لعمليات الرصد الجوى. وانطلاق طائرات خاصة بالقياسات الجوية لمساعدة السلطات الحربية فى قياس العناصر الجوية أيضًا، لإمكان إصدار تنبؤات جوية دقيقة. ومن المشرف أن «مصر» امتلكت عام ١٩٢٦ الجهاز رقم (٤) لقياس نسبة الأوزون فى الجو، وذلك على مستوى العالم كله.

وفى عقد الستينات، عندما بدأ التفكير فى صناعة «الطائرات الأسرع

من الصوت» لأغراض نقل الركاب المدنيين، على ضوء خبرة صناعة بعض هذه الطائرات فى الحرب العالمية الثانية، فكر لفيف من العلماء فى آثار هذه الطائرات على تبديد الأوزون فى الارتفاعات التى ستطير عليها. غير أن هذا التفكير كان مبكرًا ولم يلق ترحيبًا، وكأنه كان صيحة فى غير واد، باعتبار أن الغلاف الجوى فسيح والفضاء لا حدود يمكن تصورها لامتداده.

غير أنه فى عام ١٩٧٤، نشر بحث لعالمين أمريكيين هما الدكتوران «رولاند، ومولينا» أشارا فيه إلى اكتشاف جديد، وهو أن غاز «الكلورو - فلورو - كربون»، يعتبر مصدرًا هامًا لغاز الكلور فى طبقات الجو. وأن الكلور كعنصر وسيط، يمكن أن يقطع سلسلة تجدد غاز الأوزون فى الغلاف الجوى، كما سبق أن أشرنا فى الباب السابق. وكان عقد السبعينات قد شهد تزايدًا كثيرًا من الصناعات التى تستخدم الغاز المشار إليه. ولذلك كان هذا البحث بمثابة الجرس، الذى نبه العلماء إلى خطورة ما ستتعرض له البشرية من جراء تزايد استخدامات التكنولوجيا الحديثة لغاز «الكلورو - فلوروكربون».

قياس تركيز الأوزون:

لقياس تركيز الأوزون فى الجو بوحدة جزء واحد فى المليون جزء من حيث الحجم، والمفروض ألا تتعدى نسبة تركيزه (٥٠) جزءًا فى البليون جزء، وإلا تحول إلى تأثير ضار، فإذا ما تجاوز (١٠٠) جزء فى البليون أصبح خطرًا على الحياة.

ويقاس هذا التركيز فى الجو بجهاز يسمى «مقياس دوبسون للتحليل

الضوئى» «Dobson Spectro Photometer» وهو جهاز يحلل طيف ضوء الشمس، وقوة ظهور خطوط الطيف التى يشكلها غاز الأوزون، وبذلك يظهر كمية الأوزون الموجودة فى منطقة القياس. وعلى سبيل التدليل، فقد أجريت قياسات فوق مدينة «لوس أنجلوس» الأمريكية على مدى شهر كامل، فوجد أن نسبة الأوزون ضئيلة للغاية. وفى عام ١٩٧٩ أجرى قياس لتركيز الأوزون فوق مدينة القاهرة، فوجد أن نسبته (٥٠٠) جزء فى البليون وذلك لمددَ كانت تتراوح بين ٣، ٨ ساعات خلال شهرى مايو ويونيو. وكان القلق قد بدأ يساور العلماء بين عامى ١٩٧٠، ١٩٨٠، بعد ما كثرت أعداد الطائرات الأسرع من الصوت عسكرية ومدنية، وأخذت تنهب السماوات على ارتفاعات عالية تفوق غلاف «التروبوبوز» بسرعات بلغت (٢,٢) ماخ. وتبارت فى ذلك عدة دول أولها الاتحاد السوفيتى بطائرات «تى يو - ١٤٤»، وفرنسا وبريطانيا بطائراتها المشتركة الصنع المسماة «الكونكورد». وبرز إلى جانب ذلك سبب هام، هو تعمد أغلب طائرات الخطوط المدنية فى رحلاتها عبر كل القارات إلى الطيران على ارتفاعات عالية فى طبقة الاستراتوسفير، حيث ساعدها على ذلك ما أدخل على تصميماتها من تعديلات مكنتها من اعتلاء كل طبقات السحاب التى تنتهى فوق طبقة «التروبوسفير». فحسنت الرؤية أمامها، وتوخيًا للوفر فى الوقود، وهذا هو السبب الأهم، ومن ثم أصبحت طبقة «الاستراتوسفير» التى يتوزع فيها «الأوزون» تتلقى كل يوم، بل كل ساعة فيضًا من عادم هذه الطائرات. ولاشك أنه إلى جانب ارتفاع درجة حرارة غازات هذه العوادم، فإنها تحوى عناصر وسيطة، تفكك غاز الأوزون كما سبق أن أوضحنا.



شكل (٩) قمر صناعي لقياس الأوزون

ولو أمعنا النظر، نجد أن سلوك الأوزون فى طبقة التروبوسفير تختلف عنه فى طبقة الاستراتوسفير. فالتلوث الصادر من النشاط البشرى على الأرض يجعل الأوزون، يتزايد فى طبقة التروبوسفير الملاصقة لسطح الأرض. أما فى طبقة الاستراتوسفير فإنه يتناقص نتيجة للتفاعل الكيماوى بفعل الأشعة فوق البنفسجية الذى أشرنا إليه من قبل.

بعثات للاستكشاف:

يعود فضل التسجيلات الأولى لنضوب الأوزون إلى بعثة علمية بريطانية برئاسة الدكتور «جوفارمان»، وكانت تعمل فى منطقة القارة القطبية الجنوبية المعروفة باسم «انتاركتكا» منذ عام ١٩٥٧. وقد ظلت تزاول مهامها العلمية حتى عام ١٩٧٩. وكانت تداوم على قياس نسبة تركيز الأوزون طوال هذه المدة. وتمخضت قياسات هذه البعثة التى كانت تتمركز فى منطقة يطلق عليها اسم «خليج هالى» عن أن مستويات هذا التركيز كانت مستقرة وفى إطار الحدود الآمنة طوال فترات الشتاء الجنوبى المظلم بطبيعته، وذلك على مدار سنوات الرصد الأولى. وقد سجلت البعثة أن نسبة هذا التركيز أخذت فى الانهيار، وتدنت إلى مستويات خطيرة خلال سنوات الرصد الثلاث الأخيرة لعملها، أى بين عامى ١٩٧٧، ١٩٧٩. وبلغت نسبة هذا النقص ٤٠٪. وصدرت أول إشارة من هذه البعثة الرائدة وأن ثقبًا كبيرًا تأكد نضوب الأوزون فيه، يتمركز فوق منطقة القطب الجنوبى، وأن سعة هذا الثقب أخذ يتزايد سنة بعد أخرى، وأن هذا الثقب يظهر دوريًا خلال شهور الربيع الجنوبى.

ومن ثم فقد بدأ اهتمام العلماء يتجدد بطبقة الأوزون، وما طرأ عليه فى

أوائل عقد الثمانينات، خاصة وأن عصر الفضاء كان قد بدأ يعطى ثماره التطبيقية، بمعطيات الأقمار الصناعية التى بدأت تتوالى فى سيل منهمر إلى الفضاء لأغراض علمية، وأخرى تطبيقية. وبدءًا من عام ١٩٨٢ ولمدة خمس سنوات، بدأ لفيف من العلماء دراسات عن الهواء فوق القطب الجنوبى وظن بعضهم فى بادئ الأمر، أن ظاهرة نضوب الأوزون فوق القطب الجنوبى، مرجعه إلى زيادة النشاط الشمسى المعروف باسم «البقع الشمسية» والتى يزداد نشاطها فى دورة تتجدد كل أحد عشر عامًا. وسرعان ما دحض هذا الرأى، وتبين عدم صحته، لأن البقع الشمسية لو كانت مسئولة عن ذلك، لكان الأمر المنطقى أن يحدث ذلك فوق خط الاستواء لانخفاض نسبة تركيز الأوزون فيه عن المنطقة القطبية.

ولذلك انصرف العلماء إلى توجيه أصابع الاتهام إلى تلوث البيئة، الذى يتزايد نتيجة انتشار التكنولوجيا، وإغراقها فى التفنن فى وسائل الترفيه عن البشر باستخدام مواد ومركبات كيماوية حديثة وكأن الأمر أصبح كمن يضع السم فى العسل.

وبدا أن التفسير الأكثر معقولية لظاهرة الثقب الجنوبى القطبى، هو أنه خلال فصل الشتاء القطبى المظلم يشكل الهواء جدارًا عازلاً بينه وبين الكتل الهوائية المحيطة بالمنطقة، نتيجة لهبوب رياح تدور حول القارة القطبية. وتنخفض درجة الحرارة آنذاك حتى (−٩٠) مئوية فى طبقة «التروبوسفير» مما يؤدى إلى تشكل غيوم مؤلفة من جسيمات دقيقة متجمدة. ونتيجة لوجود صور من غاز الكلور فى الهواء بسبب تزايد النشاط البشرى على الأرض فيما أصبح يطلق عليه اسم «ظاهرة

التلوث»، فإنه تتم تفاعلات كيماوية تطلق ذرات الكلور. وما أن تعود الشمس إلى السطوع من جديد فى الربيع القطبى، حتى تبدأ سلسلة التفاعلات الكيماوية تنشط، وتطلق مزيدًا من ذرات الكلور لحدوث مزيد من تدمير الأوزون. ويمكن لكل ذرة من الكلور أن تجدد دورة تفاعلها مع الأوزون مئات المرات، بل آلاف المرات. ولكن مع حلول الصيف القطبى تتبخر السحب فى طبقة التروبوسفير، ويتحول الكلور إلى مركبات أخرى مثل «أزوتات الكلور» وتمتلئ «فجوة الأوزون» حتى يحل الربيع التالى.

ويمكن تشبيه حدوث الفجوة بتصور حوض مملوء بالماء وفتحنا صنبورًا فوقه ليصب الماء فيه بسرعة ثابتة، لكن بالوعة الحوض تفرغ الماء بنفس هذه السرعة. بذلك نجد أن كمية الماء التى فى الحوض تبقى ثابتة لا تتغير، وبالتالى يظل ارتفاعها داخل الحوض ثابتًا كذلك. فإذا ما قمنا بزيادة فتحة الحوض فإن الماء سيتدفق منها، وبالتالى ينخفض مستوى الماء داخل الحوض. ثم بعد حين سنجد أن التوازن يعود من جديد، ويبقى مستوى الماء ثابتًا لكنه يكون منخفضًا عن ذى قبل.

هكذا يكون الأمر بالنسبة للفجوة، ينصب فيها الأوزون، ثم يتجدد من جديد. ولكن عندما يكون النضوب متزايدًا وأسرع من معدل التجدد، فإن ظاهرة نفاذ الأشعة فوق البنفسجية تظهر على الأرض. ويبدو أن هذا التفسير ينقصه قدر من المنطق، لأن المنطقة القطبية غير مأهولة ولا يوجد فى هوائها تلوث يسمح بالقول بتواجد الغازات المدمرة للأوزون. لكن علماء آخرين، فسروا ذلك بأن الرياح القطبية لا تتحرك بنفس طريقة

تحركها على الأرض، بل تأخذ شكل دوامات تقذف بحماقات البشر الكيماوية إلى هذه المنطقة. وتتركز فيها نتيجة لدوران الأرض.

وفى عام ١٩٨٦، توجهت بعثة علمية قوامها (١٥٠) عالمًا إلى منطقة القطب الجنوبى، وقد نظمت جهودهم وكالة الفضاء الأمريكية «ناسا»، كما قامت بتوفير وسائل وأجهزة أكثر تقدمًا ودقة، مما استخدمته البعثة السابقة. وقد أخضعت للبعثة طائرتين لهما القدرة على التحليق على ارتفاعات شاهقة. وكانت إحدى الطائرتين من طراز (تى يو - ٢) الأمريكية والتى كانت مخصصة للتجسس، والتى سبق لها اختراق المجال الجوى للاتحاد السوفيتى سرا عدة مرات، فى رحلات متكررة بين باكستان والنرويج دون أن تكتشفها أجهزة الرادار السوفيتية. حتى نجحت فى إسقاطها عام ١٩٦٠. وسقف أقصى ارتفاع هذه الطائرة يصل إلى (٧٥) ألف قدم.

وكانت الطائرة الأخرى من طراز «دى-س٨» بعد أن زودت بأجهزة القياس اللازمة، وسقف ارتفاعها يصل إلى (٤٠) ألف قدم.

بذلك توفر للعلماء وسائل مكنتهم من الصعود فى طبقات الغلاف الجوى العليا، وإجراء القياسات فيها مباشرة، بل وجمع عينات من الهواء نفسه.

وقد حملت طائرات بعثة ناسا مجموعة من الأجهزة الحديثة، توخى فى تصميمها أن يكون البحث عن أسباب نضوب الأوزون شاملاً كل الاحتمالات، ومن هذه الأجهزة:

- أجهزة قياس ارتفاعات السحب.

- أجهزة قياس نسب بخار الماء ونسب بخار حامض النتـريك فى الهواء.
- أجهزة قياس نسبة تركيز غاز الأوزون.
- أجهزة قياس مكونات طبقات الغلاف الجوى.
- أجهزة قياس شدة الأشعة فوق البنفسجية.
- أجهزة قياس اتجاهات الرياح، ودرجات الحرارة والضغط ونسب الرطوبة.
- أجهزة تحليل عينات من الهواء وتحديد نسب غاز الكلور بها.

وقد تمخضت جهود هذه البعثة عن التأكد من أن الفجوة المتمركزة فوق القطب الجنوبى، تتكون فى فترة الربيـع القطبى. وأمكنهم قيـاس اتساعاتها بالطائرات فى أكتـوبر ١٩٨٧. فقـدرت مساحتهـا بما يعـادل مساحة الولايات المتحدة الأمريكيـة، ويبلغ عمقها قـدر ارتفاع جبـل «إيفرست». وأن الفجوة يتخلخل فيها الأوزون وينقص بنسبة ٤٠ إلى ٥٠٪. وكان من حسن الحظ أن منطقة القطب الجنـوبى غير مـأهولـة بـالسكان، لكن بعـد القياسـات المتكررة حتى عـام ١٩٨٧ ظهـر أن التخلخل من الأوزون أكثر بكثير مما كان متصورًا من قبل. وأن أطراف المنطقة المتخلخلة وصلت إلى مناطق مأهولة، حيث امتـدت إلى جنوب الأرجنتين وأستراليا وإلى نيوزيلندا. وهكذا أصبح الخطر مباشرًا وداهمًا، إلى الحد الذى جعل العلماء العاملين فى هذه البعثة، يعمدون إلى استخدام ملابس خاصة لتقيهم مضار هذه الأشعة فوق البنفسجية.

صور من الفضاء:

لاحظ العلماء فى السنوات العشر الأخيرة أن صور الأقمار الصناعية للمنطقة القطبية الجنوبية تظهر بوضوح، وجود تآكل فى طبقة الأوزون. وقد عكف الدكتور دونالدهيث من وكالة الفضاء الأمريكية «ناسا» على تفسير الصور التى بثها قمر الأرصاد الجوية الأمريكى «نيمبوس - ٧»، وتابع هذا العالم ظاهرة هذا «الثقب» على مدى ستة أعوام، حتى تأكد أن الأمر جد لا هزل فيه، ولا مجال للشكك أو للتأويلات أو الظنون.

وقد استمع اتحاد الجيوفيزيائيين الأمريكيين إلى عالم آخر من وكالة «ناسا» هو الدكتور ستور لاسكى، وأكـد لهم أن ظاهـرة ثقب القارة القـطبية الجنـوبية، بـدأت فى أواخر السبعينـات وأنها ازدادت حدة فى عام١٩٨٥. وقد بدت الدهشة على الجميع عندما أوضحت صور الأقمار الصناعية أن الثقب يتسع فى خريف كل عام (أى فيما يقابـل الربيـع القطبى الجنوبى)، حتى أصبحت مساحته أكبر من رقعة الولايات المتحدة الأمريكية، وهكذا فضحت صور الفضاء الأمر، وأكدته.

ولذلك استعد علماء الولايات المتحدة الأمريكية عام١٩٨٦ لإجراء قياسات أكثر دقة، بأجهزة قياس للإشعاعات والغازات ذات حساسية بـالغة، لتـوضع فى مكـوك الفضاء. غـير أن كارثـة احتـراق المكـوك «تشالينجر»، التى وقعت فى يناير ١٩٨٦، والتى توقفت رحلات المكوك بعدها لمدة قاربت ٣٢ شهرًا، عطلت إجراء هذه القياسات.

ولم يقف العلماء مكتوفى الأيدى خلال هذه المدة، فقد تشكل فريق



شكل (١٠) فجوة الأوزون فوق المنطقة القطبية الجنوبية من الفضاء

بحثى يتكون من (١٥) عالمًا فى تخصصات مختلفة، واتجهوا إلى محطة الأبحاث الأمريكية «ماك موردو» فى القارة القطبية الجنوبية. وبعد أسابيع قليلة أبلغ فريق البحث العلمى واشنطن لاسلكيًا، أن هناك

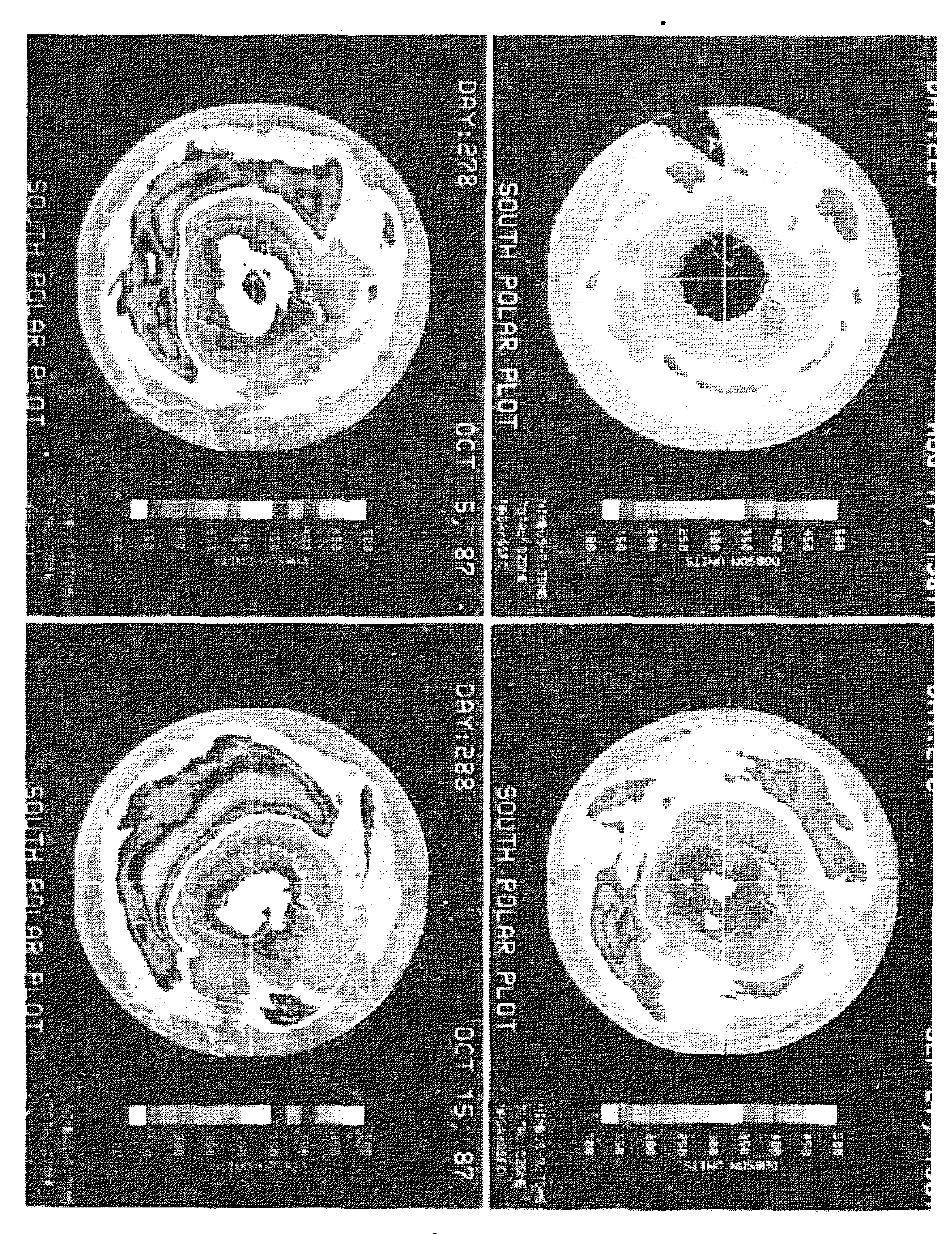
تأكيدات بأن فجوة الأوزون تبدأ فى الظهور فى الربيع القطبى، (خلال شهر سبتمبر). ثم يكتمل اتساع الفجوة خلال الثلاثين يومًا التالية أى حتى منتصف شهر أكتوبر، وأن أقصى معدل لانخفاض غاز الأوزون يصل إلى ٤٠٪ عندما تكون الفجوة فى أقصى اتساعها.

القطب الشمالى أيضا:

فى عام ١٩٨٦، رصد لفيف من العلماء الكنديين وجود فجوة أخرى للأوزون فوق القطب الشمالى، وإن كانت أصغر من الفجوة الجنوبية.

وفى عام ١٩٨٨ تشكل فريق بحثى من علماء كندا، وإنجلترا، والاتحاد السوفيتى، وصعدوا بالطائرات فوق المنطقة القطبية الشمالية، لجمع عينات من الهواء، فوجدوا زيادة كبيرة فى نسبة مركبات الكلور تعادل (٥٠) ضعفًا عن القدر المتوقع. وقد فضحت صور القمر الأمريكى «نيمبوس - ٧» أيضًا أن الثقب الأوزونى الشمالى يتمركز فى سماء النرويج.

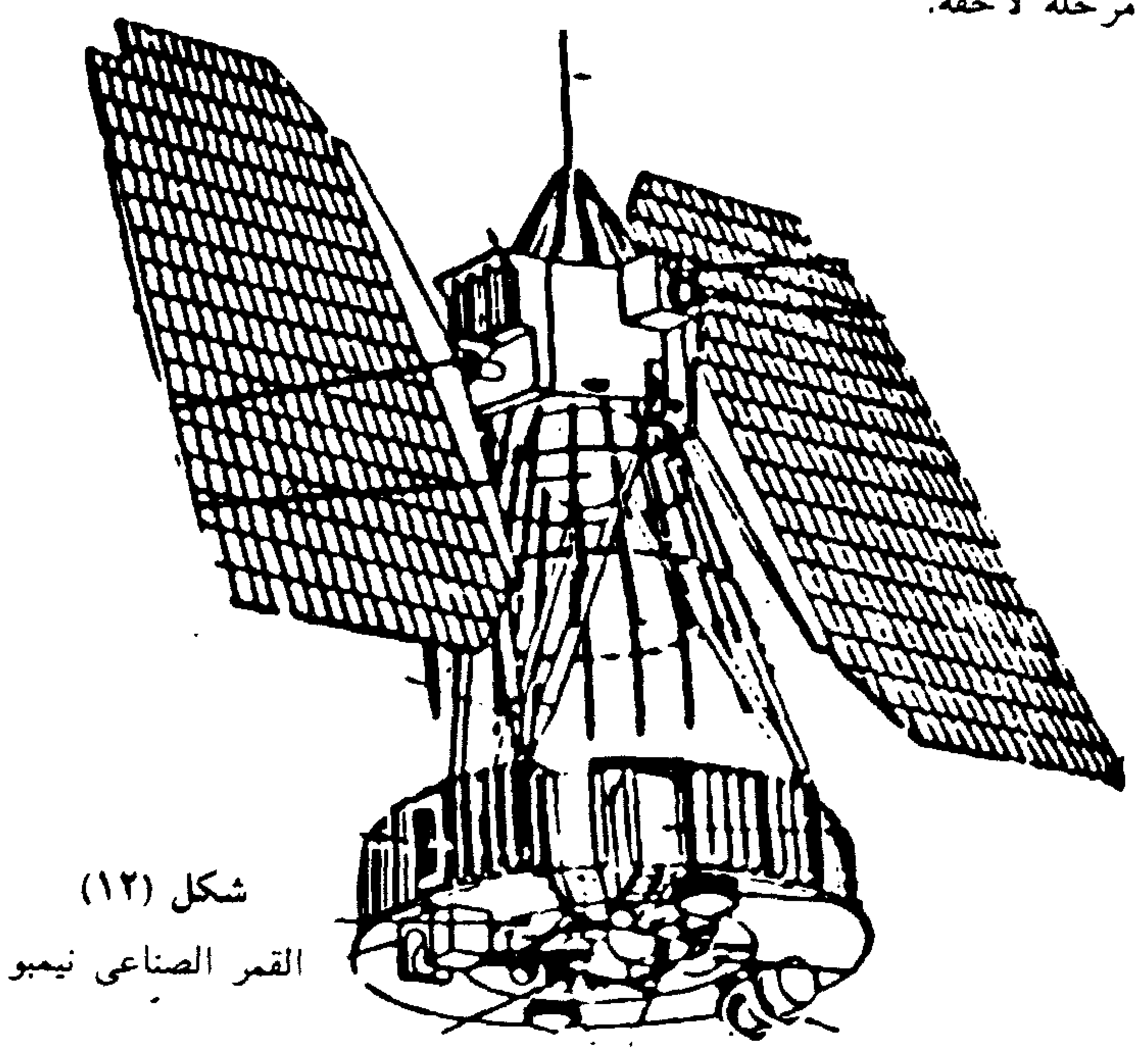
وقد تجمع فى عام ١٩٨٨، حشد من علماء فرنسا وألمانيا الغربية والسويد والنرويج ونيوزيلندا وأمريكا وكندا، وأطلق على هذه الحملة العلمية اسم «تكنوبس Technops»، وعملت برئاسة البروفسر الفرنسى «باتريك أمديو» وتوجهت إلى منطقة القطب الشمالى واستخدمت بالونات استطلاع، وصواريخ تجريبية مزودة، بأجهزة قياس للأوزون أطلق عليها اسم «أوزومتر». وتأكد لهذه الحملة وجود ثقب للأوزون فوق المنطقة الشمالية، وتقدر نسبة تضاؤل الأوزون فيه بمقدار ٢٠٪.



شكل (١١) تدرج اتساع ثقب الأوزون خلال عام ١٩٨٧

وفى إطار تقدم البحث العلمى لزيادة المعرفة عن طبقة الأوزون فيها، فقد عكف على انتاج طائرة مروحية خفيفة الوزن من مواد كالجرافيت والهيدروكربون، يمكن أن تطير بدون طيار بالتوجيه من الأرض، وذلك بهدف اختراق ثقب الأوزون فوق المنطقتين القطبيتين الجنوبية، والشمالية على ارتفاع يقرب من (٢٦٠٠٠) متر، أى (٨٥٠٠٠) قدم، لجمع مزيد من المعلومات عنه.

والطائرة مزودة بحاسب أليكترونى، وينتظر أن تطلق إلى الفضاء فى مرحلة لاحقة.



شكل (١٢)
القمر الصناعى نيمبو

البَابُ الرابعُ

أصابع الاتهـام

تلوث أم تلويث:

لم يعد هناك مجال لدى العلماء المدققين أن مشكلة «تلوث البيئة»، التى تشغل بال الساسة والمفكرين والعلماء بل والعامة، قد تصاعدت إلى أعالى الفضاء. وأن اللعنة قد حلت على الأرض، بسبب ما يرتكبه أهلها من حماقات، بدا أثرها واضحًا بعد عشرات السنين. وأن التكنولوجيا الحديثة التى ظنوا أنها توفر للبشرية الرخاء والرفاهية، أصبح بعض نتاجها سيفًا مسلطًا على رقاب العباد، فوق كل القارات. وأن بعضا من هذه الآثار، لم يصبح ضارا فحسب بل أصبح يهـدد الحياة فـوق الكوكب. وأصبحت أخطار الأوزون أكثر من فوائده، بل وأصبح مشكلة دوليـة تنعقد لهـا المؤتمرات، ويجتمع لها ملوك ورؤساء الدول، وتغير بسببها عظام الـدول بعضًا من استراتيجياتها وصناعاتها. ولأن الأمر جد لاهزل فيه، فإن العلماء

يجددون ويجتهدون فى وسائلهم لدرء أخطار هذا الوباء الوخيم، الذى يطل على الكرة الأرضية من السماء خلال فجوة أو فجوات. وبذلك لم يصبح لدى الجميع شك فى أن المشكلة فى حقيقتها ليست تلوث بيئة، بل تلويثا صنعه الإنسان. وحاشا أن ننسب إلى الطبيعة التى خلقها الله بإحكام، أنها هى السبب فى مشكلة صنعناها بأيدينا، لأن ما خلقه الله، جعله بحكمته موزونًا ومتزنًا مصداقًا لقوله تعالى:

* ﴿إنا كل شىء خلقناه بقدر﴾ [سورة القمر - الآية ٤٩]
* ﴿والأرض مددناها وألقينا فيها رواسى وأنبتنا فيها من كل شىء موزون﴾ [سورة الحجر - الآية ١٩]

ولكن الأزمة وقد حلت بنا، وحاقت بنا آثارها، لم تعد مستعصية بلا حل، فكل ما يتعقد من الأمور لابد له من حل. وها هى الحلول تترى، لكن بعد أن تكون البشرية قد ذاقت درسًا أليمًا.

لقد ظن العلماء أن الداء يرجع أغلبه إلى الإسراف فى استخدام بعض الكيماويات على الأرض، تنطلق منها غازات مدمرة لغاز الأوزون، إذ تحوله إلى صورته الأصلية وهى الأوكسجين، ومن أهمها غاز الكلور. لكن عندما واجهوا الأمر بدقة، وتمعنوا فى الأسباب والمسببات، وجدوا أن هذا الإسراف فى الكيماويات التى استحدثتها بعض الصناعات الحديثة، ليست المؤثر الوحيد، بل هناك مسببات أخرى كثيرة. ومن ثم فقد أصبحت أصابع الاتهام تشير إلى كثير من الاتجاهات وليس اتجاهًا واحدًا.

وبعض من هذه الغازات، من فصيلة لها خاصية التطاير الشديد إلى

أعـلى وتعرف بـاسم «Very highy valatile gases» فتلعب فى الغلاف الجوى دور الوسيط، وتقوم بغزو الأوزون.

وبحثًا عن الأسباب التى تحدث نضوب غاز الأوزون، فى طبقات الجو عامة، وفوق القطبين الجنوبى والشمالى خاصة، يمكن أن نجدها موزعة على عدة نشاطات بشرية. بعضها مدنية واسعة الانتشار فى الدول المتقدمة والنامية عـلى السواء، ولكن بتفـاوت فى الكثافـة. وبعض النشاطـات الأخرى عسكرية تقوم بها الدول المتقدمة فى السماء أو فى الفضاء، وقد انتقينا أربعة من أهم هذه الأسباب:

الرباعى المدمر:

١ – المرذذات الملعونة.

٢ – الطيران النفاث.

٣ – إطلاق الصواريخ إلى الفضاء.

٤ – التفجيرات النووية.

١ – المرذذات الملعونة:

«المرذذات» نعنى بها العبوات أو (البخاخات) التى تنفث منها المواد الكيماوية، على هيئة ذرات دقيقة، محملة على غـازات مضغوطـة داخل علب. وقد شاع استعمال هذه العلب المضغوطة فى السنـوات الأخيرة لأغـراض متعددة، منهـا معطرات الغـرف، ومثبتات الشعـر للسيدات، ومبيدات للحشرات المنزلية والناموس، ومنظفات لبعض الأسطح. هذه



شكل (١٣) أنواع مختلفة من المرذذات

المـرذذات يمكن أن نـطلق عليهـا لفـظًا تجـاريـا كيمـاويًـا هــو اسم «الأيروسولات» ونجـد أسماءهـا تحمل فى شقهـا الأخير هـذا الاسم (..... سول) تعبيرًا عن غـاز لا يوجـد فى الطبيعـة، ولكن يتم تخليقه صناعيًا، ويضغط فى هذه العبوات، ليعمل كمادة حاملة للمواد الكيماوية الفعالة داخلها.

ومنـذ عام ١٩٢٨ تمكنت إحـدى الشركـات الأمريكيـة من تصنيع المركب الغازى «كلورو فلورو كربون» (chloro flurocarbons)، والذى يتكون من اندماج ذرات العناصر الغازية المعروفـة «الكلور، والفلور، والكربون» وكلها عناصر خاملة وغير سامة، ولا تتفاعل مع غيرها من المواد بسهولة. لكن المزايا التى تبدت لهذا المركب الصناعى الجديد، كانت مثالية لعمليات التبريد. إذ وجد أن «الكلوروفلوروكربون» يتبخر عند درجات حرارة منخفضة، ومن ثم فقد أصبح غازًا أثيرًا لدى مهندسى التكييف والتبريد. وسرعان ما انتشر استخدامه فى الثلاجات والمكيفات، ويطلق عليه العاملون فى هذا المضمار لفظًا تجاريا، هو «الفريون».

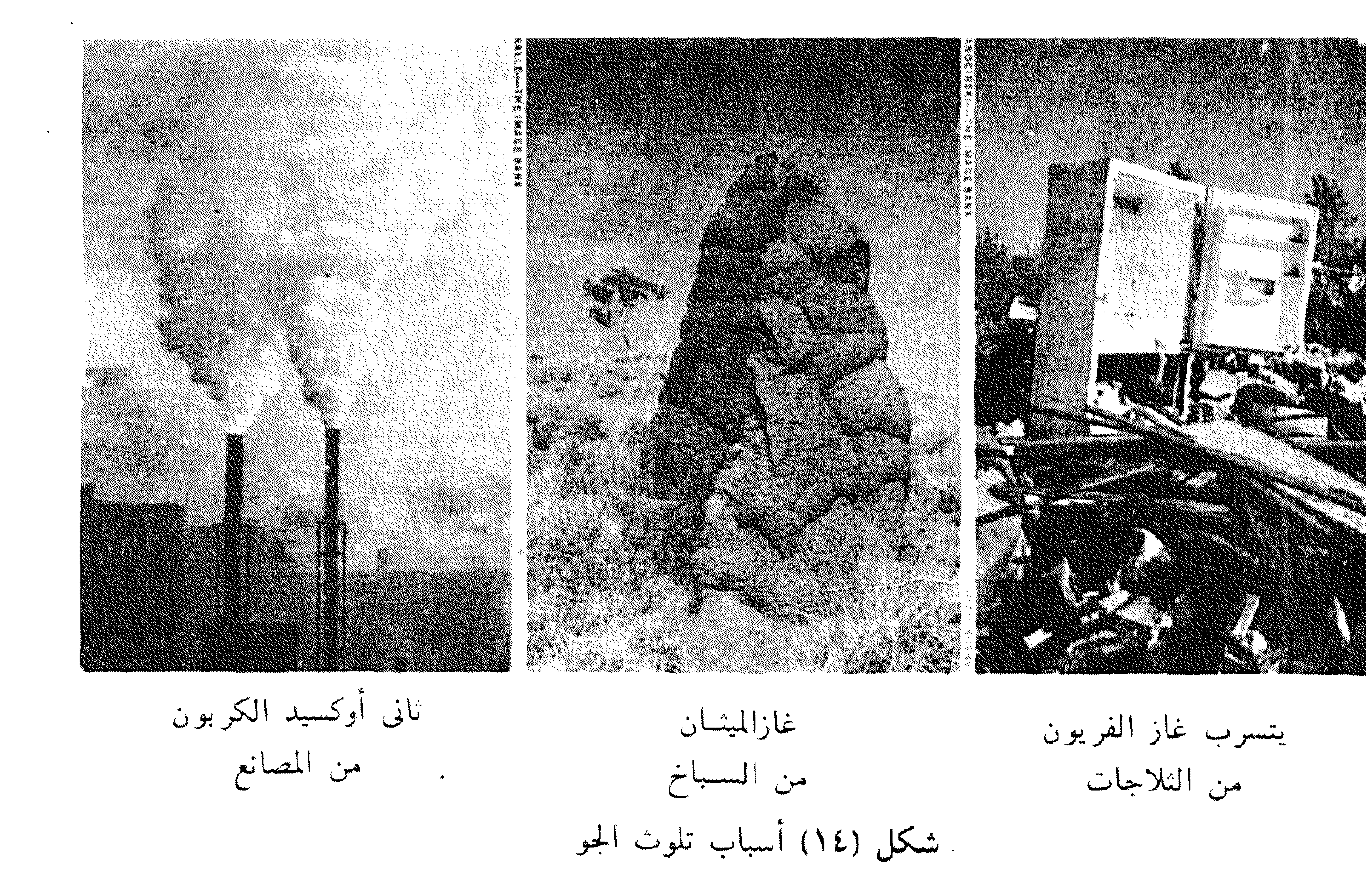
ولأن غاز «الكلوروفلورو كربون» سهل فى تصنيعه، ويعتبر رخيص التكاليف، فسرعان ما دخل في صناعات كثيرة، وسرعان أيضًا ما تعددت أنواعه ومزاياه. فقد دخل فى صناعة العبوات الرذاذة غاز «الكلوروفلورو كربون - ١١، ١٢»، بينما دخل النـوع ١١٣، فى كثير من الصنـاعات الاليكترونية لتنظيف مكوناتها الدقيقة. وأصبح معدل إنتاجه ضخمًا، مع رواج صناعات التليفزيونات وأجهزة الإرسال والاستقبال، وخاصة راديو الترانزستور، والحواسب الاليكترونية، وشاع استخدامه أيضًا فى صناعة



بعض الزراعات
كالأرز تطلق الميثان

تحلل بعض العبوات
يطلق الغازات المدمرة

تدمير الغابات
لزراعة الأرض المستوية



يتسرب غاز الفريون
من الثلاجات

غازالميثان
من السباخ

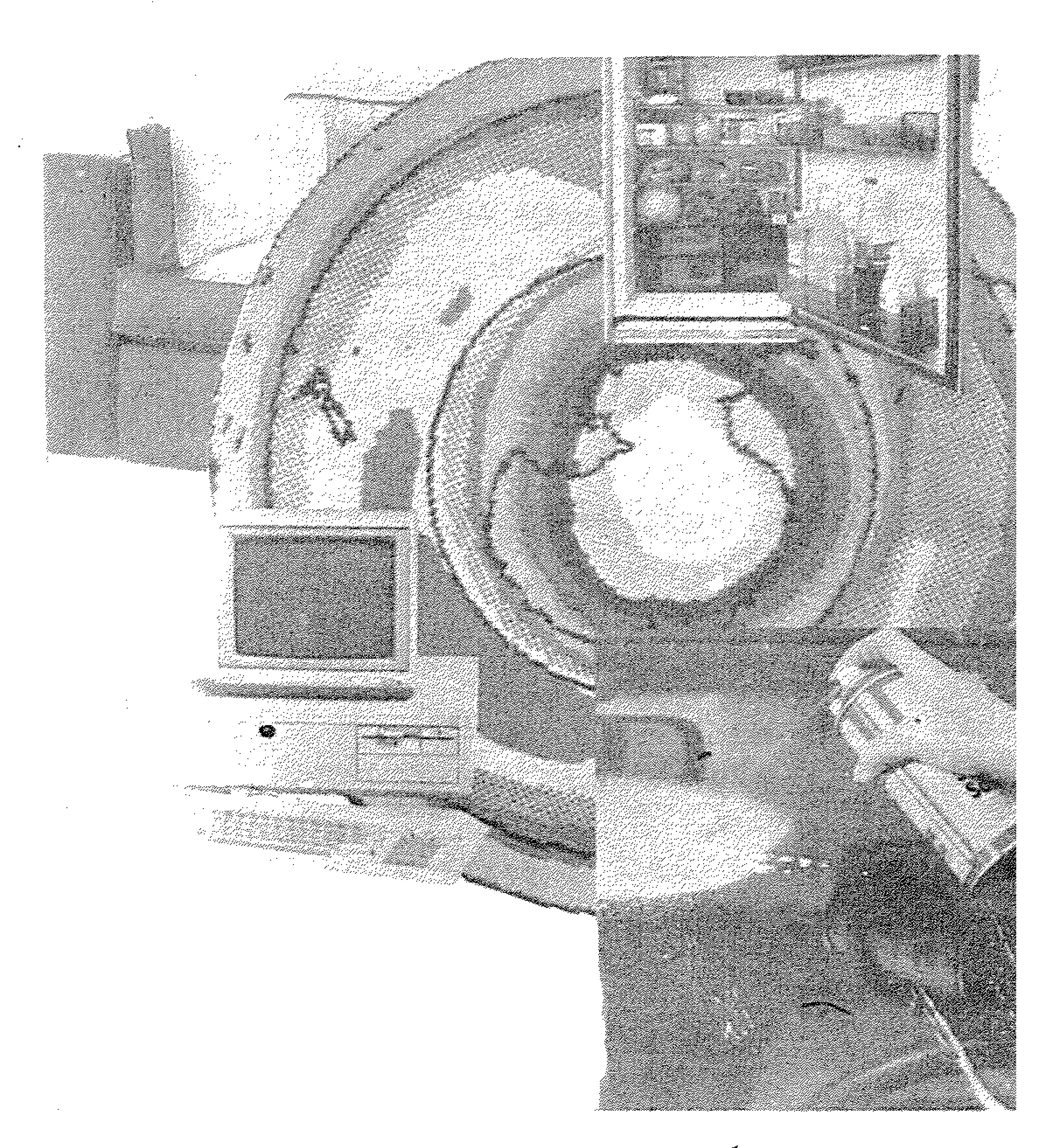
ثانى أوكسيد الكربون
من المصانع

شكل (١٤) أسباب تلوث الجو

الاسفنج الصناعى والألياف الصناعية، لأنه يتميز بأنه جيد العزل، وكل ما يمكن أن نطلق عليه اسم «الرغويات» التى تستخدم فى الأثاثات، وعوازل الصناعة، ومختلف أصناف العبوات ومواد الإطفاء بل، وبعض الأوعية التى توضع فيها الأطعمة الخفيفة التى شاع استخدامها فى تجهيزات الوجبات الخفيفة. وتسربت نفس المادة أيضًا إلى كثير من مواد المذيبات والمنظفات الصناعية.

لكن هذا الانتشار الواسع لغاز «الكلوروفلورو كربون»، فى كثير من الأجهزة والمعدات والتجهيزات، التى توفر الرفاهية وسهولة الحياة للبشر، كان بمثابة السم القاتل فى العسل اللذيذ. فقد تبين أن هذا الغاز، له عمر طويل قد يمتد قرنًا أو يزيد، فعمره المتوسط بين ٧٥، ١١٠ سنة، وأن خلال هذه المدة الطويلة يمكنه أن يتصاعد فى الجو علوًا لأنه شديد التطاير، بينما يظل نشطًا ومواصلًا لتفاعلاته الكيماوية. ويتمثل الخطر فى هذا الغاز فى احتوائه على غاز الكلور الذى ينتج من تفكك الكلوروفلورو كربون، تحت تأثير الأشعة فوق البنفسجية.

وقد وجد أن الكلور الذى ينفصل من هذا الغاز، هو العنصر الوسيط، فى تدمير غاز الأوزون. وبذلك وضح أن هذا التفاعل البطىء، الذى يتم فى طبقة الاستراتوسفير، هو السبب الجوهرى والأول فى نضوب الأوزون، وتقليل نسبة تركيزه فى بعض طبقات الغلاف الجوى، ووجود ثغرات أو فجوات فى مناطق متفرقة فيه. وأن هذا النضوب ليس تفاعلًا سريعًا يحدث للتو واللحظة، بل له خاصية الاستمرار البطىء وأن هذا التفاعل قد يدوم قرونًا، وهو يتم وفقًا لتفاعلات كيماوية على النحو التالى:



شكل (١٥) مصادر التلوث الصناعى

إذا ما سقطت الأشعة فوق البنفسجية على الكلور وفلور وكربون، فإن إحدى ذرات الكلور الثلاثة التى به تنفصل عن الذرتين الأخرتين، وتتجه إلى أقرب جزىء من غاز الأوزون الذى يتكون من ثلاث ذرات من الأوكسجين. فتجذب إليها ذرة أوكسجين واحدة منها وتضمها إليها. وبذلك يتحول الأوزون من ثلاث ذرات أوكسجين إلى ذرتين فقط، أى يصبح جزىء أوكسجين. أوبمعنى آخر فإن ذرة الكلور تحطم جزىء الأوزون وتحوله لأوكسجين وهذا ما يمكن أن نعبر عنه بالمعادلات الكيماوية التالية:

- ذرة كلور + جزىء أوزون ← أوكسيد الكلور+ جزئ أوكسجين

كل + ا٣ ← كل ا + ا٢

وتكون النتيجة:

- جزىء أوزون + ذرة أوكسجين ← جزئ أوكسجين+ جزئ أوكسجين

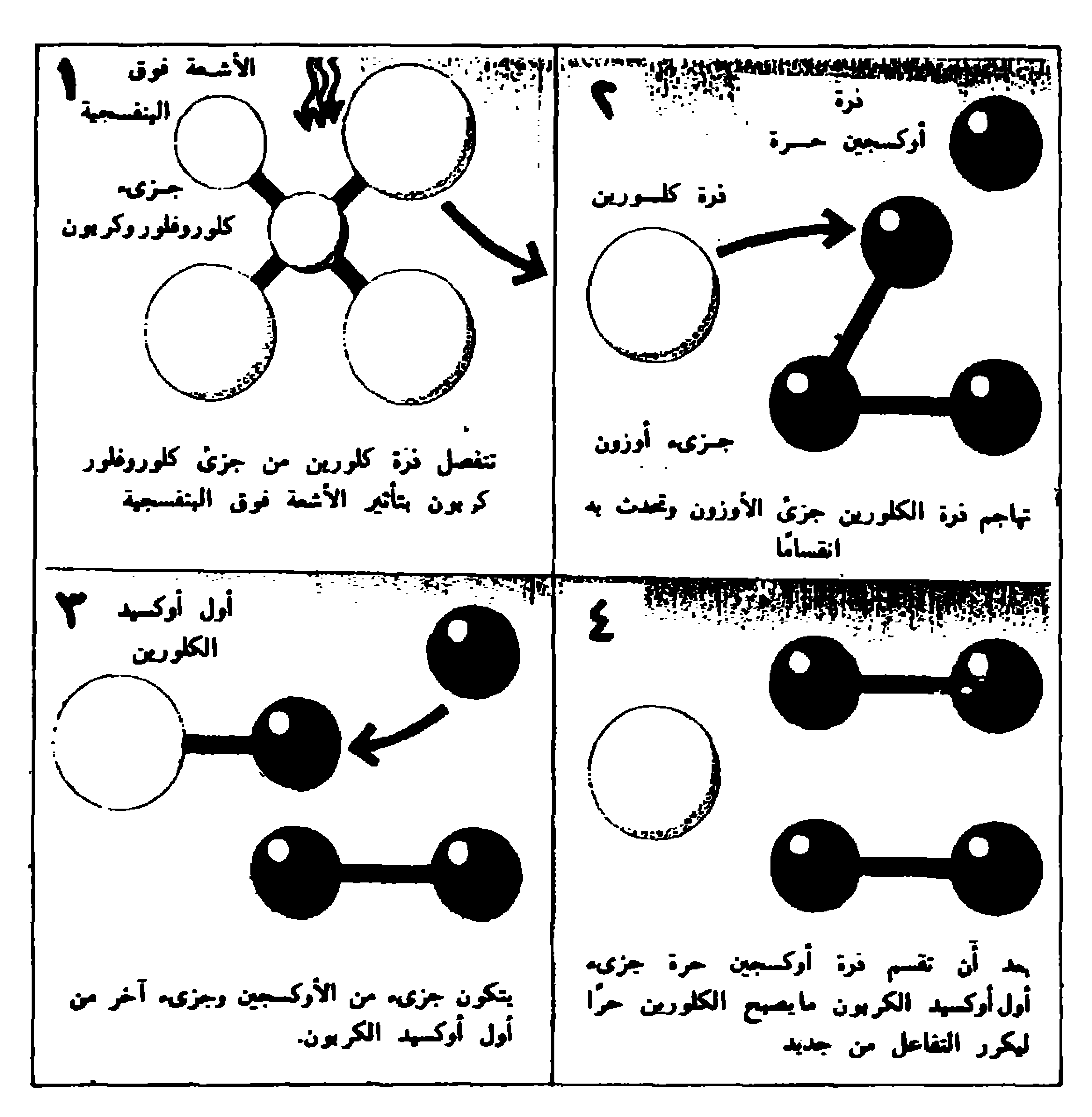
ا٣ + ا ← ا٢ + ا٢

وبعيدًا عن تأثير «الكلوروفلورو كربون» فى الغلاف الجوى، فإن هناك غازات أخرى غير الكلور ذات تأثير مماثل ومدمر على الأوزون. وهى غازات الأيدروجين، والنتروجين، إذا زادت عن نسبة تكوينها الطبيعية، فهى تلعب دورًا أساسيا فى التفاعلات الكيماوية التى يطلق عليها اسم «التفاعلات الضوئية» التى تعمل على استمرار حالة التوازن الديناميكى لنسب الغازات، وتوزيعاتها فى الغلاف الجوى.

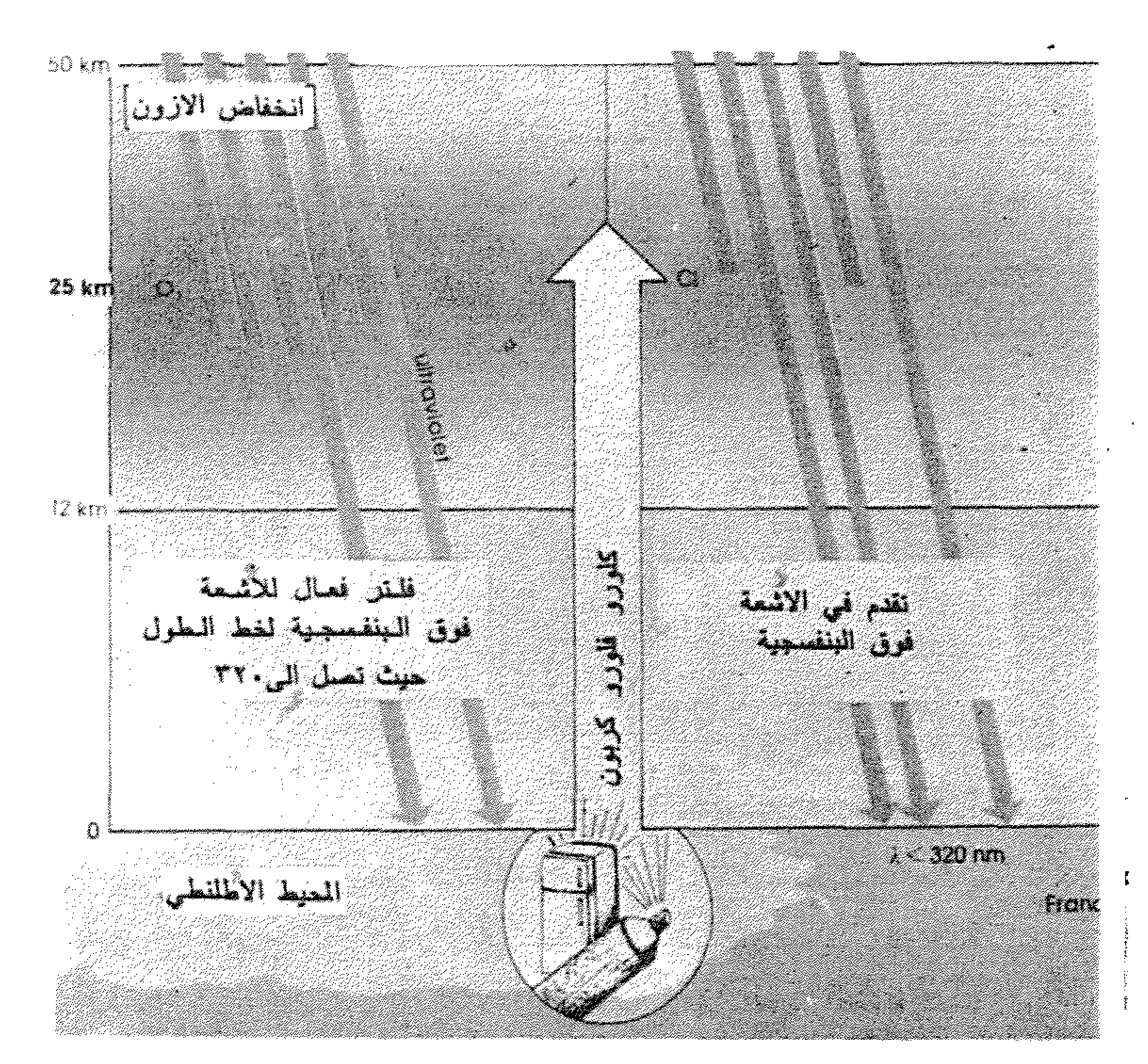
ولابد أن نقف هنا وقفة موضوعية، نوضح فيها أن بعض الناس يستهين بتسرب غاز «الفريون» من الثلاجات وأجهزة التبريد والتكييف،

وهو يعمل داخلها فى دوائر مغلقة، هى التى يطلق عليهـا الفنيون اسم «المكثفات Condensers». إن الحقيقة أن هـذا الغاز المحتبس فى هـذه الأجهزة، مصيره المحتوم إلى التسرب عند تلفها، وأنه لاشك يتسرب قدر منه عند ضخه فيها، كما أن استخدام غاز «الكلور وفلور وكربون» ليس مقصورًا على صناعة التبريد، بل ينتشر فى الصناعات الأخرى التى سبق الإشارة إليها. ولا يتم ذلك فى دوائر مغلقة مثل أجهزة التبريد، بل يكون التعامل معه بطرق تسمح بتسرب قدر كبير فيه إلى الهواء.

وهناك ظن آخر يسـاور كثيرًا من النـاس، عند استخـدام عبوات المرذذات المضغوطة فى علب محدودة الحجم، سواء كمبيدات حشرية، أو معطرات للغرف، هو عدم تصور إمكان تصاعد هذه الغازات الصغيرة الحجم إلى أعالى الغلاف الجوى، استهانة بالقدر الضئيل من هذا الغاز، الذى يمكن أن تحويه علبة يمكن الإمساك بها باليد الواحدة. والحقيقة أن مثل هذا التصور مقصور ومحـدود فى إطار الاستخـدام الشخصى لفرد واحد، دون أن ينطلق الخيال بصاحبه إلى إمكان تصور الكم المهول من هذه العلب، على مستوى كل قارات العالم، فهى لا تعد بالملايين ولكن بالبلايين. وإن كانت النار يمكن أن تشب من مستصغر الشرر، فإن تجمع هذا الشرر لا يجب الاستهانة به. خاصـة وأن هذا الغـاز كما سبق أن أسلفنا له خاصية طبيعية هى «شدة التطاير»، ومعنى التطاير هو الصعود إلى أعلى. وفضلاً عن ذلك، فإن تصاعد غاز «الكلور وفلور وكربون» إن كان يتم من بلايين المرذذات، فإنه أيضا يتصاعد ببطء شديد من تحلل بقايا بعض المخلفات المستخدمة من التغليف للأطعمة السريعة والمطاط الصناعى.

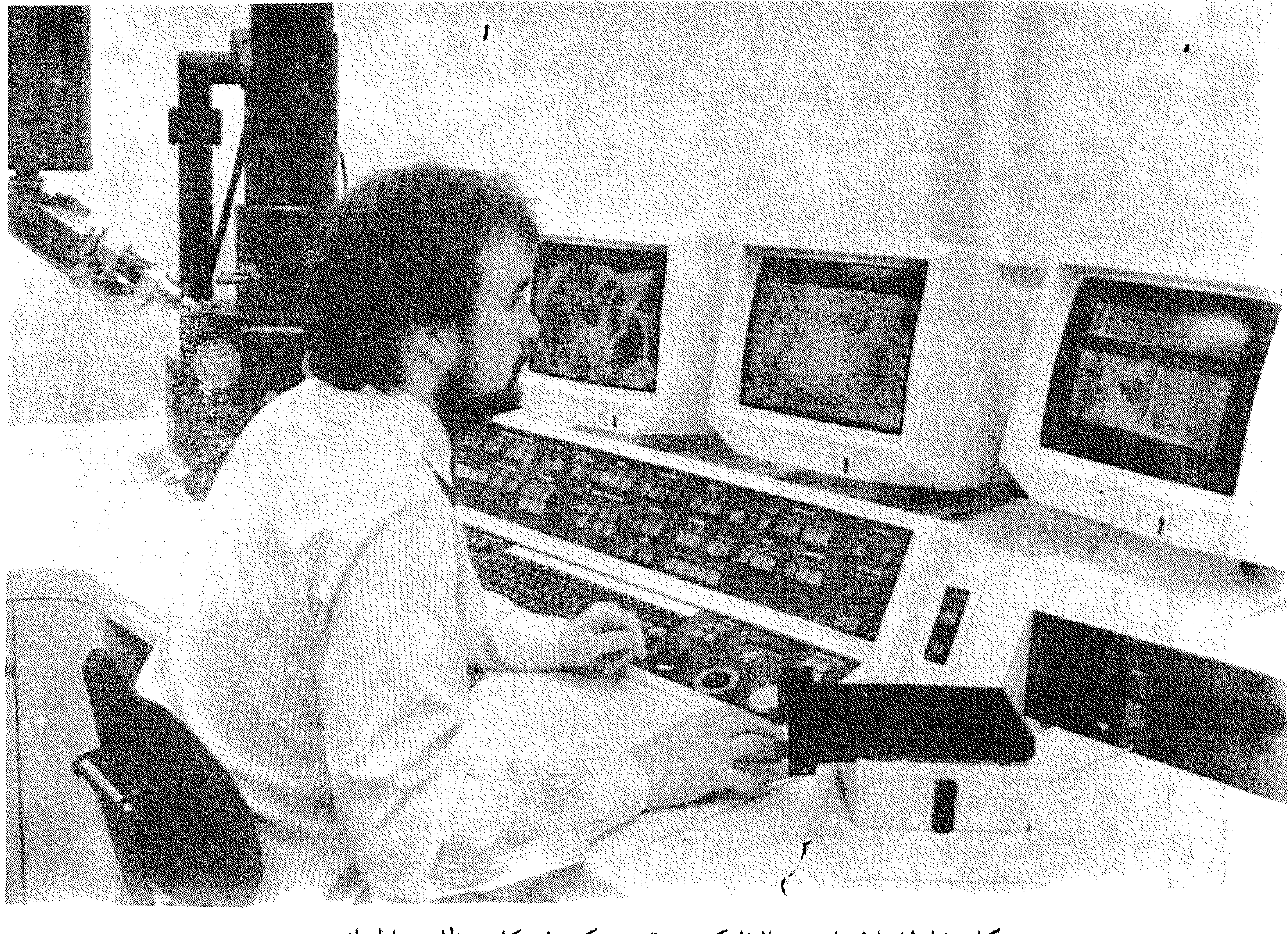


شكل (١٦) تأثير الغازات الوسيطة على الأوزون



شكل (١٧) تأثير الأشعة فوق البنفسجية على الأوزون

كما أن عمره الطويل الذى قد يمتد إلى قرن كامل يسمح له بأن يظل يؤدى عمله التدميرى فى طبقات الغلاف الجوى، متفاعلاً مع كل ذرة أوزون يقابلها على النحو الذى أوضحناه من قبل.



شكل (١٨) الحواسب الاليكترونية تتحكم فى كل مظاهر الحياة

وفضلاً عن ذلك، فإن القاعدة الصناعية العريضة التى خلقتها التكنولوجيا الحديثة فى المجالات التى سبق أن ذكرناها، لا يمكن الاستهانة بها، فعلى هذه الصناعات يقوم الجزء الأكبر من اقتصاديات الدول الكبيرة، لأنها تقدم لكل الطبقات فى مختلف الشعوب، أجهزة رخيصة نسبيا توفر لهم حياة رغدة مرفهة أصبح من الصعب أن يستغنى عنها أى بيت فى الريف، أو فى الحضر، كالثلاجة، والتليفزيون، والأثاث اللين، حتى مستوى الحشية الطرية المصنوعة من المطاط الصناعى لكل سرير.

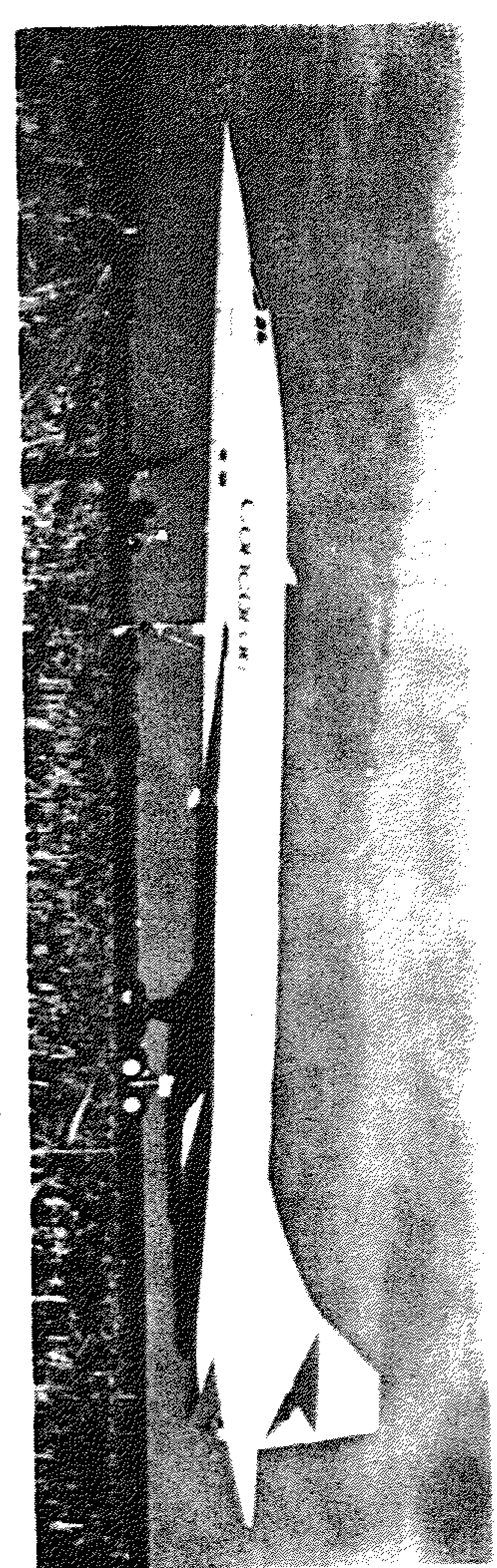
ناهيك عن الانتشار الرهيب للحواسب الاليكترونية الذى امتد ليدخل كل مجالات تجل عن التصور فى البنوك، والشركات، والمحال التجارية والجامعات، ودور البحث، والجيوش، ومراكز التدريب، والمدارس والمستشفيات وشركات الطيران، بل امتد إلى دور اللهو، وإلى الاستخدام الشخصى فى المنازل، حتى أصبحت هناك حواسب صغيرة «مينى» و«ميكرو». وأصبح يمكن للأطفال فى طور النمو استخدام بعض من هذه الأنواع للعب بها. لذلك فإن مجمل القول إنه لكى يسهل التصور فعلينا أن نعرف كم بليون علبة رش، تستخدمها الشعوب التى يتجاوز تعدادها المليارات، مثل الصين، والهند. وكم مليون ثلاجة تتلف منهم ويتسرب غازها إلى الجو، وكم بليون قطعة أثاث يستخدم فيها المطاط الصناعى.

٢ - الطيران النفاث:

عرف المحرك النفاث فى أواخر الحرب العالمية الثانية، وبدأ استخدامه

فى الطائرات بدءًا من عام ١٩٣٩. وإليه يعزى الفضل فى القفز بسرعات الطيران إلى سرعات فوق - صوتية Super Sonic، كما يعزى إليه أيضًا الفضل فى العلو بسقف الارتفاعات للطائرات، أى قدرتها على الصعود علوا أكثر من ذى قبل.

وعندما بدأ انتشار الطائرات الأسرع من الصوت فى المجالات العسكرية، كان التفكير فى طبقة الأوزون، لا يساور إلا عقول عدد محدود من العلماء. لكن الالتفات إلى هذا التأثير بدأ يتعاظم عندما حمى وطيس المنافسة، بين الاتحاد السوفيتى، والدول الغربية فى مجال تصنيع طائرات مدنية تحمل ركابًا عاديين بسرعات فوق صوتية. وكان محك الجدل بين العلماء هو التوقف عند اختيار أنسب السرعات فوق الصوتية التى يمكن أن يتحملها الجهاز البشرى للإنسان أى جسمه، دون أن يحدث فيه تغيرات ومؤثرات بيولوجية أو فسيولوجية جسيمة، أو تصيبه بالضرر. وانصرف الاهتمام إلى هذا الجانب دون أن يلتفت إلى الجانب الأهم، وهو مدى ما يمكن أن تحدثه كميات الغازات الرهيبة التى يمكن أن تنفثها هذه الطائرات من عوادم فى الغلاف الجوى، ولا موجات الهواء التصادمية (Shock waves)، التى تسبق هذه الطائرات. فالأمر ليس مقصورًا على الإزاحة الميكانيكية الضخمة، والاضطراب الذى تحدثه هذه الطائرات فى الكتل الهوائية التى تطير فيها. بل يمتد الأمر أيضًا إلى نفث خليط من الغازات التى تخرج من مؤخراتها كعوادم حرق كميات كبيرة من الوقود، تكون بلا شك مليئة بكم هائل من الغازات المختلفة النوع، والتى تضم فى مكوناتها بعضًا من الغازات الوسيطة التى تعمل على تفكيك جزيئات الأوزون كما أوضحنا من قبل.



شكل (١٩) الطائرة الكونكورد فوق الصوتية

ولا يمكن أن نستهين بعملية الإزاحة الميكانيكية للكتل الهوائية التى تحدثها الطائرات الأسرع من الصوت، فالمعروف فى ديناميكا الهواء أن التضاغط الذى تحدثه حركة الطائرات الأسرع من الصوت فى طبقات الهواء، تتسبب فى تكوين «فيلم» أى غشاء رقيق من الهواء المضغوط انضغاطًا شديدًا تحت وطأة الحركة السريعة للطائرات. حتى أن نسبة الزيادة فى كثافة الهواء المضغوط الذى يسبق مقدمة هذه الطائرات تصل إلى نسبة ٤٠٪.

إن هذا الاضطراب بلاشك، يحدث خلخلة وإزاحة للكتل الهوائية التى تتحرك وسطها الطائرة الواحدة. واليوم أصبحت أغلب الطائرات تستخدم محركات نفاثة، وحتى تلك المستخدمة على الخطوط المدنية أصبحت إما نفاثة (تربينية) أو (تربو - مروحية).

وإن كان الكثير منها يطير بسرعات «دون - صوتية»، إلا أن البعض الآخر، بدأ يطير بسرعات «فوق - صوتية» بدءًا من عام ١٩٤٦. ولقد اختيرت السرعة الملائمة لتكون (٢,٢) ماخ أى بأكثر من ضعف سرعة الصوت بقليل.

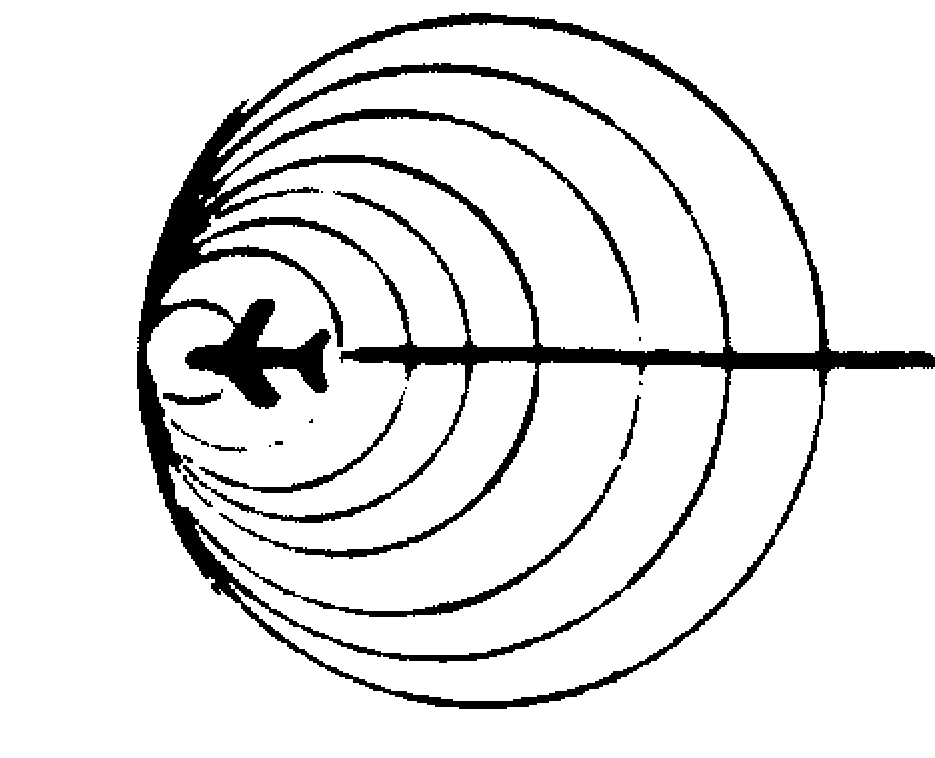
ولقد كان قصب السبق فى هذا المضمار للسوفييت، إذ بادروا باستخدام الطائرة «تى يو ١٤٤» على خطوطهم المدنية اعتبارًا من أواسط الستينات. ولأن الحرب الباردة كانت محتدمة بين الشرق والغرب آنذاك، فقد تضافرت جهود فرنسية وبريطانية على إنتاج طرازين مختلفين من الطائرة «فوق - الصوتية» الغربية «الكونكورد»، وبدأ طيرانها بدءًا من عام ١٩٧٢.

(أ)

الطائرة
على الأرض

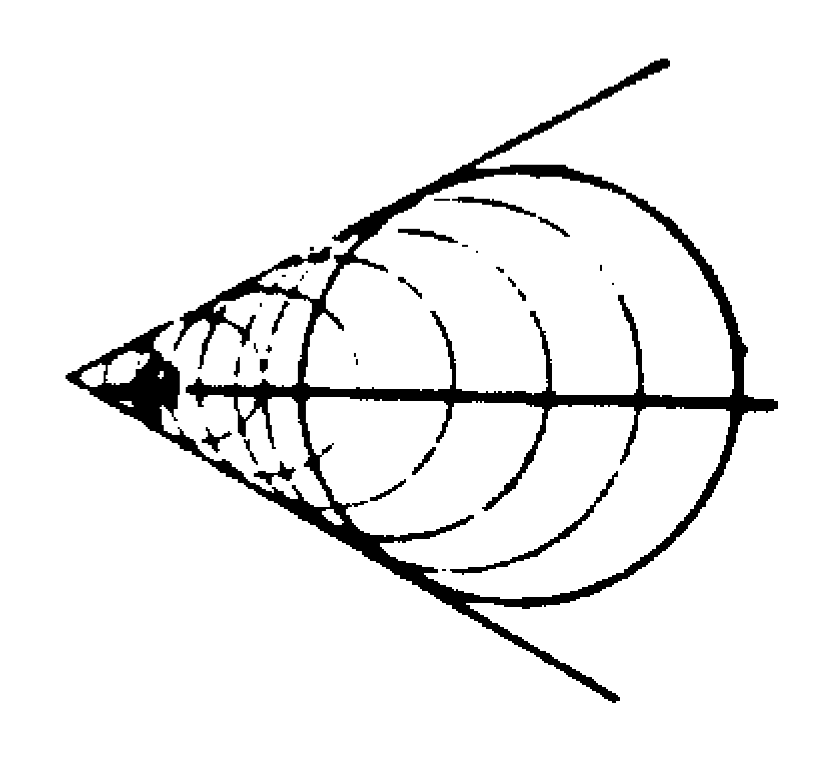
(ب)

تضاغط الهواء أمام
الطائرة عند الطيران
بسرعة دون صوتية.



(جـ)

تراكم الموجات أمام
الطائرة عندما تساوى
سرعتها سرعة
الصوت



(د)

تسبق الطائرة موجات
الهواء عندما تطير
بسرعة فوق صوتية

شكل (٢٠) موجات الهواء التصادمية

وكان بعض الناس يضجون بالشكوى من الإزعاج الصوتى الذى تحدثه هذه الطائرات، قرب مطارات الصعود والهبوط، ومن الفرقعات الصوتية التى تحدثها عند اختراق سرعتها للحاجز الصوتى «Sound Barriar». لكن لم يحفل - سوى بعض العلماء - بالاضطراب الذى تحدثه هذه الطائرات فى طبقات الغلاف الجوى، والتى من آثارها تدمير غاز الأوزون فى هذه الطبقات، نتيجة لخروج غازات وسيطة مثل غاز النتروجين (الأزوت) منها. إذ أن محركاتها تقوم بشفط أو ابتلاع قدر هائل من الهواء من مقدماتها، للحصول على الأوكسجين الموجود فى الهواء، والموجود فى أكاسيد النتروجين أيضًا وذلك بغية أن يعمل الأوكسجين، كعامل مساعد للاحتراق الهائل الذى يحدث فى غرف احتراق محركات هذه الطائرات. ومن ثم فإن بقايا هذا التفاعل، وهو غاز الأزوت «النتروجين» يكون بالضرورة موجودًا فى غازات العادم التى تنفثها من مؤخراتها، والتى تؤدى إلى دفع الطائرة بالتالى إلى الأمام.

ولقد زاد الطين بلة، أن الولايات المتحدة - رغم عدم إقدامها على إنتاج طائرات مدنية فوق صوتية، قد قامت بتصنيع طائرة عسكرية للاستطلاع الاستراتيجى هى الطائرة (س. ر - ٧١) (S.R. 71) وهذه تطير بسرعة (فوق - صوتية) تبلغ ٣,٢ ماخ، ولها سقف ارتفاع يطاول (٨٦٠٠٠) قدمًا أى (٢٦) كيلومترًا. ومعنى ذلك أنها بلاشك تستطيع أن تمرح فى طبقة الاستراتوسفير تمزيقًا وتدميرًا لجزيئات الأوزون فيه.

ولم يقتصر الأمر على الطائرات فوق الصوتية وحدها، بل عمد مصممو الطائرات المدنية إلى تصنيع محركاتها وهياكلها، بحيث تستطيع أن

تحلق على ارتفاعات عالية، لكى تقتصد فى استهلاك الوقـود. ومن ثم أصبحت كثـير من الطائـرات المدنيـة تصعد إلى ارتفـاعات فى طبقـة الاستـراتوسفـير معتمدة عـلى التكييف الصنـاعى للضغط فى داخلهـا «Pressurisation».

وبذلك أصبحت الطائرات فى غنى عن الأوكسجين من الهواء اللازم لتنفس الركاب. وفضلاً عن الوفر فى حرق الوقود، فإن الطيران على هذه الارتفاعات العالية، يجعلها على ارتفاعات فـوق كتل السحـاب الذى لا يتشكل إلا تحت الطبقة الفاصلة «التروبوبوز»، الذى يوجد على علو ١٢ كيلومترا فوق خط الاستواء، وينحدر تدريجيا إلى علو ٨ كيلومترات فوق القطبين.

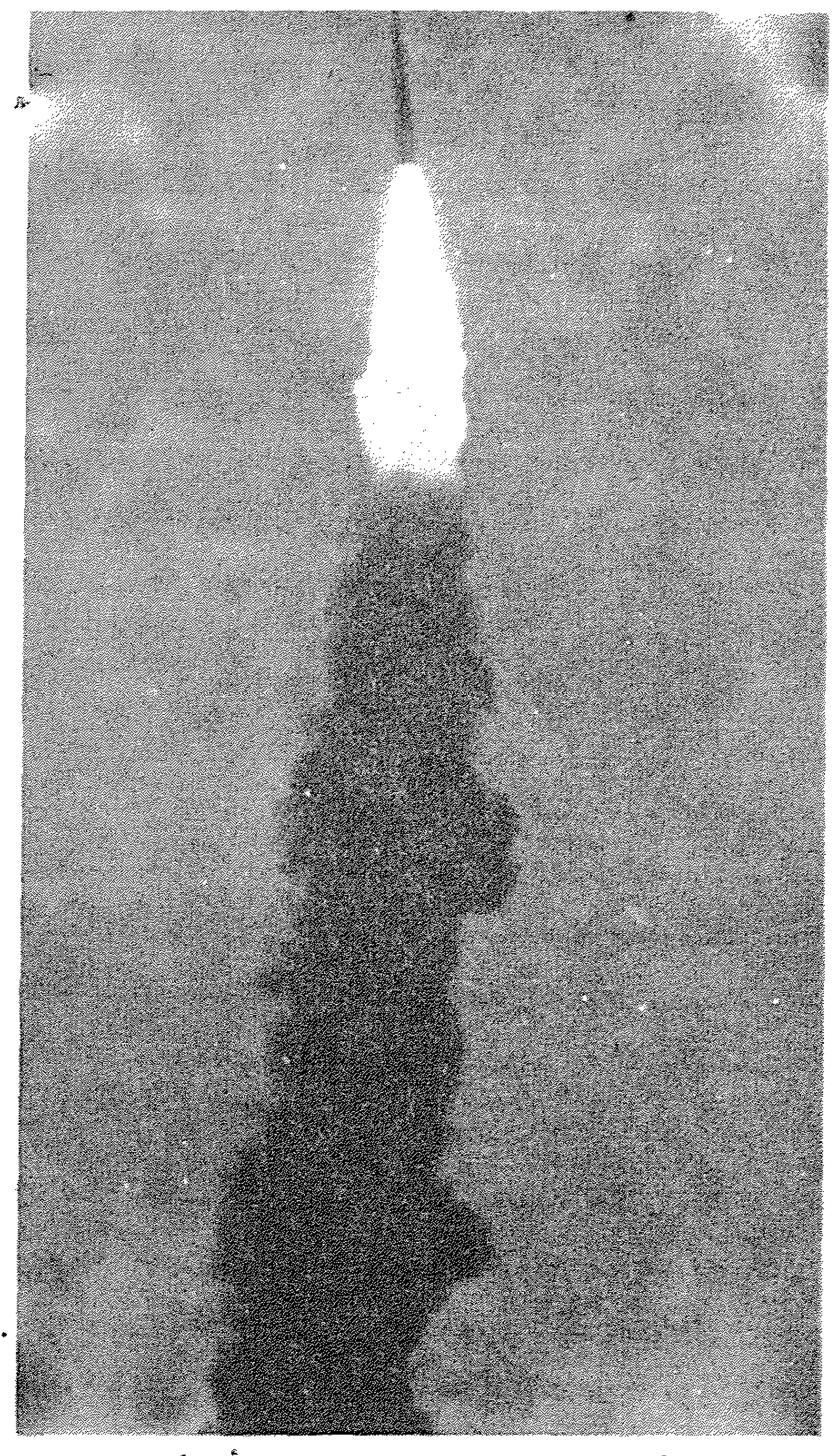
ولا شك أن تحرر الطائرات من السحب يجعلها تطير فى جو صاف، وفى مأمن من حوادث التصادم لتوفر الرؤية الصافية، فضلاً عن عـدم التعرض لاهتزازات ناجمة عن التيارات الهوائية الصاعدة والهابطة، والتى تحـدث الأثر المضخى «Pumping». ومعنى ذلـك فى النهايـة أن مختلف الطائرات سواء تلك التى تطير بسرعات (فوق - صوتية)، أو بسـرعات (دون - صوتية) وسواء الطائرات العسكريـة أوالمدنيـة، أصبح أغلبهـا يخدش الارتفاعات القريبـة من طبقة الاستـراتوسفـير التى يبدأ غـاز الأوزون فى التشكل فيها. ومن ثم أصبح معرضًا إما للتحرك بالإزاحة، أو للنضوب، أو التدمير بالتفاعل الكيماوى مع المركبات التى تنفثها هذه الغازات.

٣ - إطلاق الصواريخ إلى الفضاء:

تنقسم الصواريخ العسكرية أو المدنية المستخدمة فى عمليات غزو الفضاء، إلى نوعين من حيث نوع الوقود المستخدم فى دفعها.

النوع الأول منها، صواريخ تعمل بالوقود السائل، والنوع الثانى صواريخ تعمل بالوقود الجاف أو (الصلب).

ولأن أغلب عمليات إطلاق الصواريخ، تجعلها تخترق طبقات الغلاف الجوى التروبوسفير، والاستراتوسفير على الأقل، فإن قدرًا كبيرًا بل مهولاً من غاز الأوزون يتعرض للتدمير. والسبب فى ذلك أن القدر المهول من الغازات الملازمة لدفع حركة الصاروخ للأمام، تستلزم حرق قدر هائل من الوقود السائل أو الصلب، أى أن الغازات الناتجة عن الاحتراق، والتى تنفث فى الجو من مؤخرات الصاروخ تكون هائلة الحجم وتقدر بآلاف الأطنان. وفى كل أنواع الصواريخ، تحوى هذه الغازات قدرًا كبيرًا من الغازات الوسيطة لتدمير الأوزون كالكلور، والنتروجين وغيرهما. ويكون ذلك بنسبة كبيرة فى الصواريخ التى تستخدم الوقود الجاف أى الصلب، وبنسبة أقل فى الصواريخ ذات الوقود السائل. ولأن أغلب الصواريخ الحديثة أصبحت متعددة المراحل، فإن بعض مراحلها تكون عاملة بالوقود الصلب لتحقيق خفة الوزن. ومعنى ذلك أن الإتلاف لطبقة الأوزون أصبح شائعًا فى أغلب إطلاقات الصواريخ. ويكفى أن نتصور أن صاروخًا مثل صاروخ «ساترن - ٥» الذى رفع كل سفن الفضاء الأمريكية من برنامج «أبوللو» الذى هبط بعضها على القمر،



شكل (٢١) صاروخ (ساترن-٥) الأمريكى

لنعلم أن ارتفاعه كان يصل إلى (١٠٨) مترا، أى ما يعادل عمارة مكونة من ٣٠ طابقًا. وهذا الصاروخ كانت كمية الوقود التى يحتويها تبلغ (١٤٠) طنا، يمكن لهذه الكمية أن تعطينا دلالة مقنعة عن القدر الهائل من الغازات التى ينفثها صاروخ واحد.

ناهيك عن أنواع الصواريخ الأخرى، التى تستخدمها الجيوش فى كل دول العالم، والتى تعددت أنواعها وأصبحت بين سطح/سطح وسطح/جو، وجو/سطح. والتى أصبح كثير منها عابرًا للقارات ولا تقتصر حركته على العلو، صعدًا فى طبقة الاستراتوسفير بل يمضى علوًا فيما يليها من طبقات، ليحقق الوصول بعيدًا عن مكان إطلاقه عدة آلاف من الكيلومترات. وقد بلغ مدى بعض هذه الأنواع التى عمرت بها ترسانات الدول المتقدمة إلى (٢٠٠٠٠، ٢٥٠٠٠) كيلومترًا.

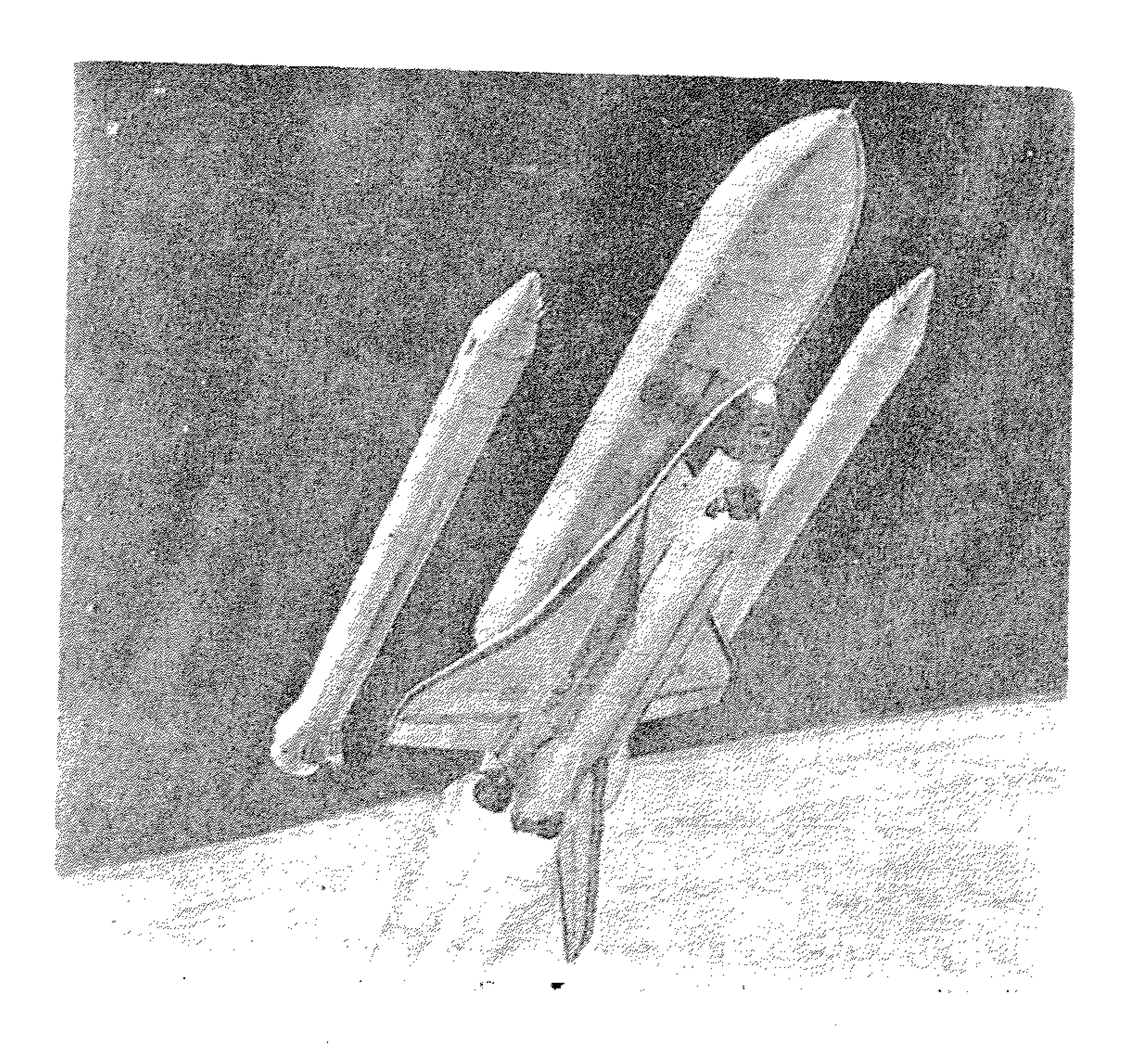
وهذا ما دفع العلماء إلى الدعوة لوضع قيود على استخدام مركبات الحمل العسكرية، أو المدنية وخاصة تلك، التى تعمل بالوقود الجاف. ولقد نشط الاتحاد السوفيتى فى توجيه هذه الحملة معرضًا بعمليات الإطلاق الأمريكية المتكررة، وخاصة عمليات إطلاق مكوك الفضاء الأمريكى (Space shuttle) والتى تعاظم شأنها بعد عام ١٩٨٠، وأصبحت متكررة فى السنوات الأخيرة كل شهر أو شهرين تقريبًا.

وفى إحصائية سوفيتية، ورد أن كل عملية إطلاق لمكوك الفضاء، يترتب عليها تدمير مليون طن من غاز الأوزون، وهذا ما يعادل تدمير ٣٠٠ طن أوزون لكل حمولة طن، يستطيع المكوك حملها إلى الفضاء. وقد قارن السوفييت فى هذه الإحصائية، هذا الإتلاف الأمريكى، بما يحدثه

الصاروخ السوفيتى «بروتون» الذى يعمل بالوقود الصلب، وقالوا بأنه يترتب عليه فقط إتلاف ٣٨ طنًا من غـاز الأوزون لكل طن حمـولة. أما مجموعة صواريـخ «إنيرجيـا» السوفيتيـة التى نجح السـوفييت فى إنتاجها أخيرًا، والتى دفعوا بها المكوك التجريبى «بوران» عام ١٩٨٨، فإنها لا تتلف غير ١٥ طنا من الأوزون لكل طن حمولة.

وقد نادى السوفييت بوضع ضوابط لتحديد عدد عمليات الإطلاق للمركبات الفضائية، بالإضافة إلى حتمية وضع ضوابط على إنتاج المواد الكيماوية المدمرة لطبقة الأوزون. والدعوة أيضا إلى التدرج للوصول إلى حظر عمليات الإطلاق التى تستخدم الوقود الصلب.

ومع أن الدعوات السوفيتية دائمًا تتهم بأنها لا تخلو من الأغراض السياسية، إلا أن العلماء تثبتوا من أن الأمر فعلًا يدعو إلى القلق. ولذلك نشط كثـير منهم فى القياس والتحليـل والإحصاء. ولقـد ثبت مثلًا أن الدقيقتين الأوليين فى عمليات إطـلاق المكوك الأمـريكى والتى تحترق خلالها صواريخ الدفع الابتدائية التى تعمل بالوقود الجاف، والتى تمثل المرحلة الأولى فى الصواريخ الحاملة للمكوك، ينتج عنها (١٨٧) طنا من غاز الكلور ومركباته، و(١٧)طنا من أوكسيد النتروجين، و(١٨٠) طنا من أوكسيد الألومنيوم. وهذه الغازات لها تأثير مدمر على الأوزون كما سبق أن أوضحنا فى الأبواب السابقة. وقد قدر العلماء أن (٥٠٠) عملية إطلاق متتالية للصاروخ «ساترن - ٥» الأمريكى، كفيلة بالقضاء على كل غاز الأوزون فى كل الغلاف الجوى.



شكل (٢٢) الصاروخين الجافين لمكوك الفضاء

٤ - التفجيرات النووية:

كان تفجير القنبلتين الذريتين فوق مدينتى هيروشيما ونجازاكى اليابانيتين، فى أغسطس ١٩٤٥، هما بداية النهاية بالنسبة للحرب العالمية

الثانية، ومع ما صاحبهما من فواجع تدميرية مميتة، لم تشهدها البشرية من قبل. فإن الآثار البيئية التى أعقبت هذين التفجيرين، ظلت تؤذى البقية الباقية من الأحياء فى هاتين المدينتين، لعدة سنوات. فقد مات على الفور (٧٢) ألف مواطن يابانى، وأصيب (٨٠) ألفًا آخرين إصابات بالغة. ولم يقتصر ذلك على هاتين المدينتين وحدهما بل امتدت إلى المدن المجاورة حتى مئات بل آلاف الكيلومترات، وتمثلت فى الإشعاعات المميتة، والتى تركت جيلًا من المشوهين ما زال كثير منهم أحياء.

لكن ما يعنينا أن هذا التفجير الذرى، قد أعقبه بثوان معدودة عمود من الدخان، شمخ إلى ارتفاع عال فى الجو ثم الفضاء، ملبدًا بغيوم كثيفة، حجبت ضوء الشمس عدة ساعات. وأصبح شاهدًا على أبشع جريمة ارتكبها الإنسان، فى حق أخيه الإنسان بقسوة لم يشهدها التاريخ من قبل.

ومع كل ما حواه عمود الدخان من أذى، فلاشك أن الغازات والحرارة البالغة التى نجمت عنه، كان لها تأثيرات بالغة على طبقة الأوزون، وما تحتها وما فوقها، وهى تطاول عنان السماء مخترقة كل طبقات الغلاف الجوى، بدفع ذاتى قوى اكتسبته من قوة التفجير هذه.

وبعد ذلك تطورت الأمور، وأصبحت التفجيرات الذرية، هينة وضعيفة بالنسبة لما توصل إليه العلماء بعد ذلك من أنواع أخرى على رأسها التفجيرات النووية. وما استجد من أنواع القنابل الفتاكة والمدمرة مثل القنبلة الكوبالتيه، والنيوترونية. وهى كلها تبث فى الغلاف الجوى قدرًا



شكل (٢٣) عامود الغازات الذى أعقب تفجير هيروشيما

هائلاً من الغازات والإشعاعات والحرارة، التى بلا شك تعمل على تدمير غاز الأوزون أو على الأقل نضوبه.

واليوم أصبحت التفجيرات النووية، تجرى من أجل التجارب، ليس فقط من تحت الأرض، أو فى المناطق الصحراوية النائية وحدها، بل تجرى أيضًا فى أعالى الغلاف الجوى، وفى صمت ودون إعلان، لأن قليلاً من البشر من يحس بها. بل امتد الشر أيضًا إلى أعالى الغلاف الجوى والفضاء فى صورة أخرى، تتمثل فى استخدام محركات تعمل بالطاقة النووية فى بعض الأقمار الصناعية وسفن الفضاء، وخاصة تلك المستخدمة لأغراض التجسس العسكرى. وهذه بلا شك تخترق طبقات الغلاف الجوى فى دورانٍ متكرر، ومستمر لعدة شهور، أو لعدة سنوات. وهى فى كل دورة لا تكف عن بث إشعاعاتها ومؤثراتها على غاز الأوزون فى هذه الطبقات.

لذلك، لو تأملنا تطور الأمور، نجد أن المؤثرات على غاز الأوزون فى طبقات الجو العليا. ولم تعد تأتينا من الأرض مع الملوثات التى أشرنا إليها، بل أصبحت تندس فى طبقات الغلاف الجوى نفسه، وتلاحق جزيئات الأوزون رواحًا وجيئة وبصفة مستمرة.

الباب الخامس

المخاطر

إذا كانت الأشعة فوق البنفسجية غير مرئية، ومصاحبة لضوء الشمس، فإن آثارها البيئية، ظلت كذلك مدة طويلة غير معروفة لكثير من العلماء.

ولقد كان البدء فى التعرف عليها، بإدراك آثارها الطبية على بعض الأمراض، وخاصة الجلدية، إلا أن آثارها على البشر عامة، بسقوطها المصاحب لضوء الشمس، وعلى النبات خاصة، ظل لسنوات طويلة أمرًا غير معروف الآثار، حتى تفجرت مشكلة طبقة الأوزون فى الثمانينات.

غير أن جهدًا سابقًا فى العشرينات، كان هو الأمر الوحيد الذى يعد بمثابة دق ناقوس الخطر، عندما لاحظ عالم شاب أن نسبة انتشار بعض الأمراض فوق جبال الهيمالايا، تزداد بين سكان هذه المرتفعات، عنها بين سكان نفس المنطقة الذين يعيشون فى سهول ووديان هذه المرتفعات.

فكان التفسير المنطقي لهذه الظاهرة لأمل وهالة أنذاك أن السمر الوهري يرجع غالبًا إلى انخفاض درجة الحرارة على هذه الارتفاعات الشاهقة. لكن لأن الأمراض التي كانت شائعة بينهم كانت تتعلق بأمراض العيون، وهي المعروفة باسم «عتامة العين البيضاء» أو «الكاتركتا» والشيخوخة المبكرة، وبعض الأمراض الجلدية، فقد ظن بعض العلماء أن أسباب هذه الظاهرة ترجع إلى تعرض سكان المرتفعات لنوع غامض من الإشعاعات، يسقط عليهم من السماء، ولا يتعرض له سكان السفوح والوديان. ولأن الأمر كان غامضًا وغير محدد، فقد أطلق على هذه الإشعاعات غير المحددة، والتي ترد من الفضاء، اسم «الأشعة الكونية» «Cosmic Rays». تعبيرًا عن أنها تصل من الفضاء الخارجي، وربما يكون مصدرها الأجرام الكونية التي حول الأرض.

غير أنه بعدما تقدمت بحوث الإشعاعات، وبزغ عصر الفضاء، ثم انفجرت قضية طبقة الأوزون، أصبح الأمر واضحًا أن الإشعاعات المعنية هي الأشعة فوق البنفسجية. وأن تعرض سكان المرتفعات لقدر منها يزيد عن الحد الآمن، هو السبب في حدوث الأمراض المشار اليها

ولقد ظل وهم اكتساب الصحة من تعرض المصطافين، وهم أنصاف عرايا على الشواطئ لأشعة الشمس، مسيطرًا على عقول كثير من الناس لسنوات طويلة. وما زال هذا الوهم سائدًا حتى اليوم، ومقياسه أن تكتسب البشرة اللون البرونزي القاتم المائل إلى الاسمرار. وتبارت الآنسات والسيدات في تعرية أكبر أجزاء من أجسادهن، جريًا وراء الوهم، وهم غافلون عن أن هذا يعرضهم لأكبر المخاطر. ومنظر الناس

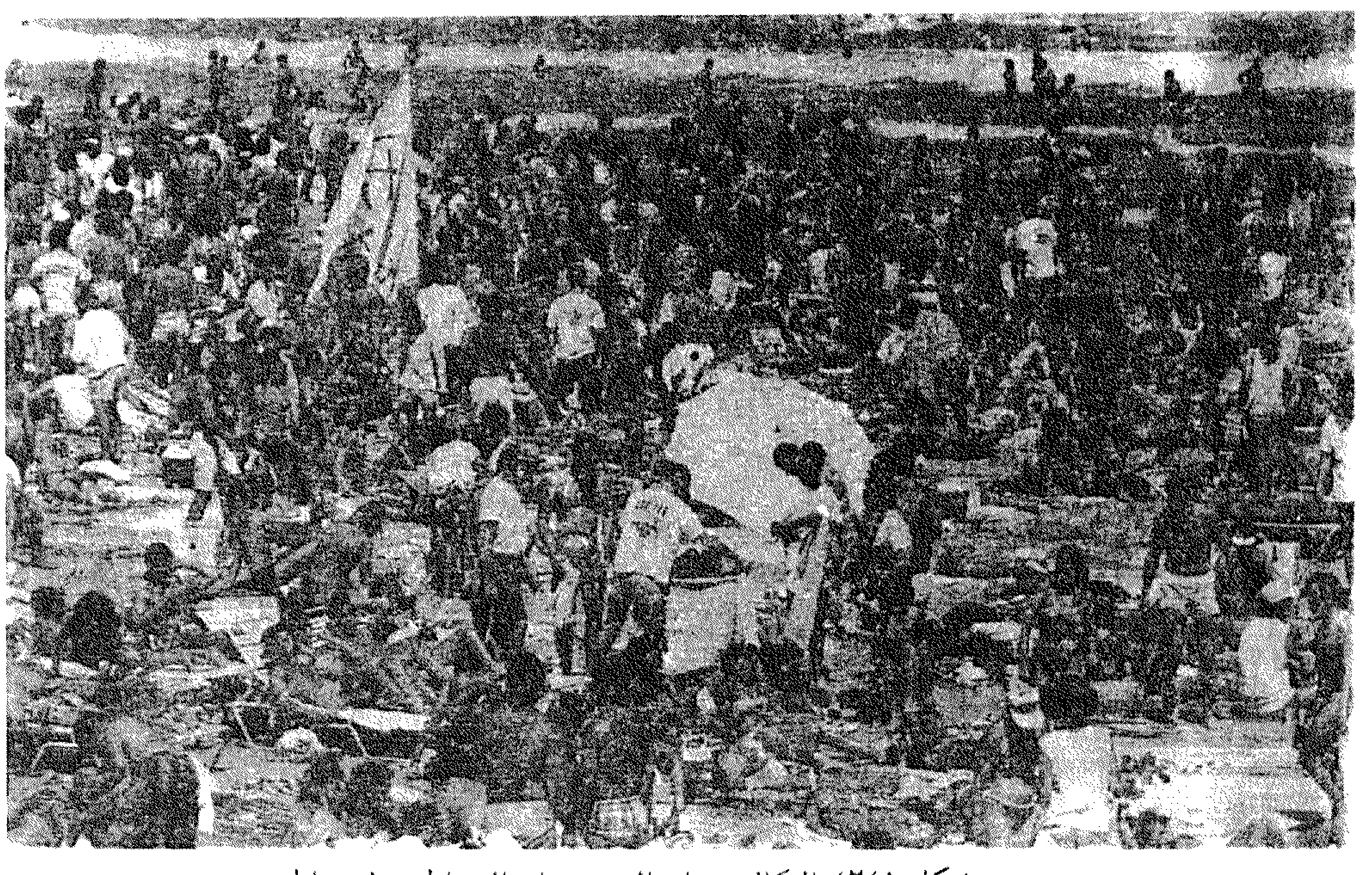
وهم عرايا على الشواطئ فى ازدحام رهيب فيها يشبه تجمعات النمل، أمر يدعو إلى الرثاء، ويرسم صورة من صور الجهل والجرى وراء الأوهام. وتقدر الجمعية الأمريكية لمرضى السرطان، أن ٦٠٠,٠٠٠ حالة جديدة على الأقل من المصابين بسرطان الجلد، تشخص بعد انقضاء كل صيف فى الولايات المتحدة. وذلك نتيجة لتدفق المصطافين على الشواطئ لتعريض أجسادهم لأشعة الشمس المباشرة. وأن على الأقل ٢٧,٦٠٠ حالة من هذه الإصابات تكون سرطانًا إيجابيا، والمعروف طبيا باسم «ميلانوما» «Melanoma»، وأن نسبة ٧٪ من هذه الإصابات الإيجابية تكون مميتة.

ولم تكن هذه النسبة من الإصابات الجلدية بهذا القدر الكبير فى السنوات الماضية، بل ازدادت أعدادها فى السنوات الأخيرة. وهذا ما يعد برهانًا واضحًا على صحة تفسير، أن نفاذ قدر أكبر من الأشعة فوق البنفسجية إلى الأرض، لنضوب الأوزون فى الغلاف الجوى، هو العامل المسبب لهذا المرض.

وليت نضوب الأوزون، وبالتالى زيادة نسبة الأشعة فوق البنفسجية النافذة إلى الأرض، يقتصر على هذه النتائج، بل أن له نتائج أخرى كثيرة، من أهمها:

١ - انتشار سرطان الجلد:

يندهش الأطباء فى كثير من الدول المتقدمة، لتزايد أعداد المصابين بسرطان الجلد فى السنوات الأخيرة، وقد عبر عن ذلك أحدهم قائلاً: عندما كنت حديث التخرج، كان من النادر أن أرى حالة «ميلانوما»



شكل (٢٤) التكالب على العرى على الشواطىء له مخاطره

واحدة كل سنة، واليوم نعرض على حالة على الأقل كل أسبوع. ويعزو الأطباء الأمريكيون هذا التزايد، إلى إقبال كثير من الناس بعد الحرب العالمية الثانية، على التمتع بالأجازات الصيفية على الشواطئ، ثم حرصهم على التعرض لأشعة الشمس ليكسبوا بشرتهم اللون البرونزى. وأن الإصابة «بالميلانوما» ربما تحدث تراكميًا، بمعنى اختزان الجسم للمؤثرات سنة بعد أخرى، حتى تصبح الإصابة السرطانية إيجابية.

ويؤكد كثير من الأطباء أن نقص الأوزون فى الجو، يحدث زيادة فى عدد «كارسينوما» «Carcinomas» الخلايا الباسيلية، وكذلك كارسينوما الخلايا «الاسكواماس» «Squamous».

والثابت طبيا أن موجات الأشعة فوق البنفسجية الأكثر طولاً، وهى التى عبرنا عنها فى الباب الثانى بالجزء (ح) تحدث شيخوخة الجلد، أى التجدد المبكر للجلد، وقد تحدث بعض الحروق.

أما التموجات الأقل طولاً من الأشعة فوق البنفسجية، والذى رمزنا إليه بالجزئيين (ب)، (ا) فإنها يحدثان حروقًا فى الجلد، وتنيان «كرمشة» كبيرة فيه. وهما مسئولان عن إحداث إصابات «الكارسينوما» و«الميلانوما» الإيجابية. وخلافًا عن أنواع الأورام السرطانية الأخرى، فإن «كارسينوما» الخلايا «الباسيلية» نادرًا ما تبرز وتتورم أو تنتقل إلى أجزاء أخرى من الجسم. ولذلك ينظر إليها المصابون باستهتار، ولا يعيرونها اهتمامًا. وعندما يضطر الأطباء للتعامل معها جراحيا، فإنهم قد يضطرون لإزالة أجزاء هامة من الجلد المصاب، قد يكون جزءًا من الأنف أو الأذن.

أما كارسينوما الخلايا «Squamous» فهى أشد خطرًا، إذ تظهر على شكل تقرحات، أو تقيحات حمراء. أو قرمزية وتعطى إفرازات من منتصفها، وقد تؤدى فى النهاية إلى نتائج وخيمة.

وعامة فإن الإصابة بسرطان الجلد، يتعرض لها بكثرة سكان المناطق الشمالية ذوو البشرة البيضاء، وخاصة ذوى البشرة الحمراء، كالأوروبيين ذوى الشعور الصفراء، والذين تتأثر بشرتهم بالتعرض مددا قصيرة للشمس. أما سكان خطوط العرض المتوسطة، وذوى الشعور السوداء والداكنة كالقوقازيين والأسيوين وسكان حوض البحر الأبيض المتوسط، فهم أقل عرضة للإصابة بهذا النوع من السرطان.

أما ذوى البشرة السوداء، مثل سكان جنوب أفريقيا، وجنوب أمريكا، فنادرًا ما تظهر بينهم هذه الإصابات، ومعدل الإصابات الإيجابية بينهم بالنسبة للإصابات بين البيض لا تزيد عن (١ إلى ٥٠). وهذه الحالات النادرة عند ظهورها بين السود، يكون مكانها فى الأجزاء الرخوة من الجلد، مثل باطن الكف أو بين أصابع الأقدام، أو تحت أظافر اليد.

هذا التباين بين نسبة إصابات ذوى البشرة البيضاء والسوداء بسرطان الجلد، هو خير دليل على أن الأشعة فوق البنفسجية، هى العامل المؤثر، إذ أن خطوط العرض القريبة من خط الاستواء تتعرض لأشعة الشمس متعامدة على سطح الأرض.

أما فى مناطق خطوط العرض المتوسطة، فإن أشعة الشمس تصل إلى سطح الأرض مائلة عليه بزاوية، ويزداد ميل هذه الزاوية كلما زاد خط العرض شمالاً، وهذا الميل يعنى التعرض لقدر أكبر من الأشعة فوق

البنفسجية. والسبب فى ذلك أن هذه الأشعة فى طريقها إلى الأرض، تسلك نتيجة لميلها من الغلاف الجوى طريقًا أطول، مما يجعل غاز الأوزون يتعرض لقدر أكبر من التلف، وبالتالى يسمح بنفاذ قدر كبير منها إلى الأرض. ويحرص العقلاء فى كثير من البلاد اليوم، على تجنب إصابات سرطان الجلد بإشاعة جلوس المصطافين تحت مظلات وأماكن ظليلة، وكذلك إشاعة ارتداء الفانلات والملابس التى تغطى بعض أجزاء الجسم، أثناء التواجد على الشواطئ.

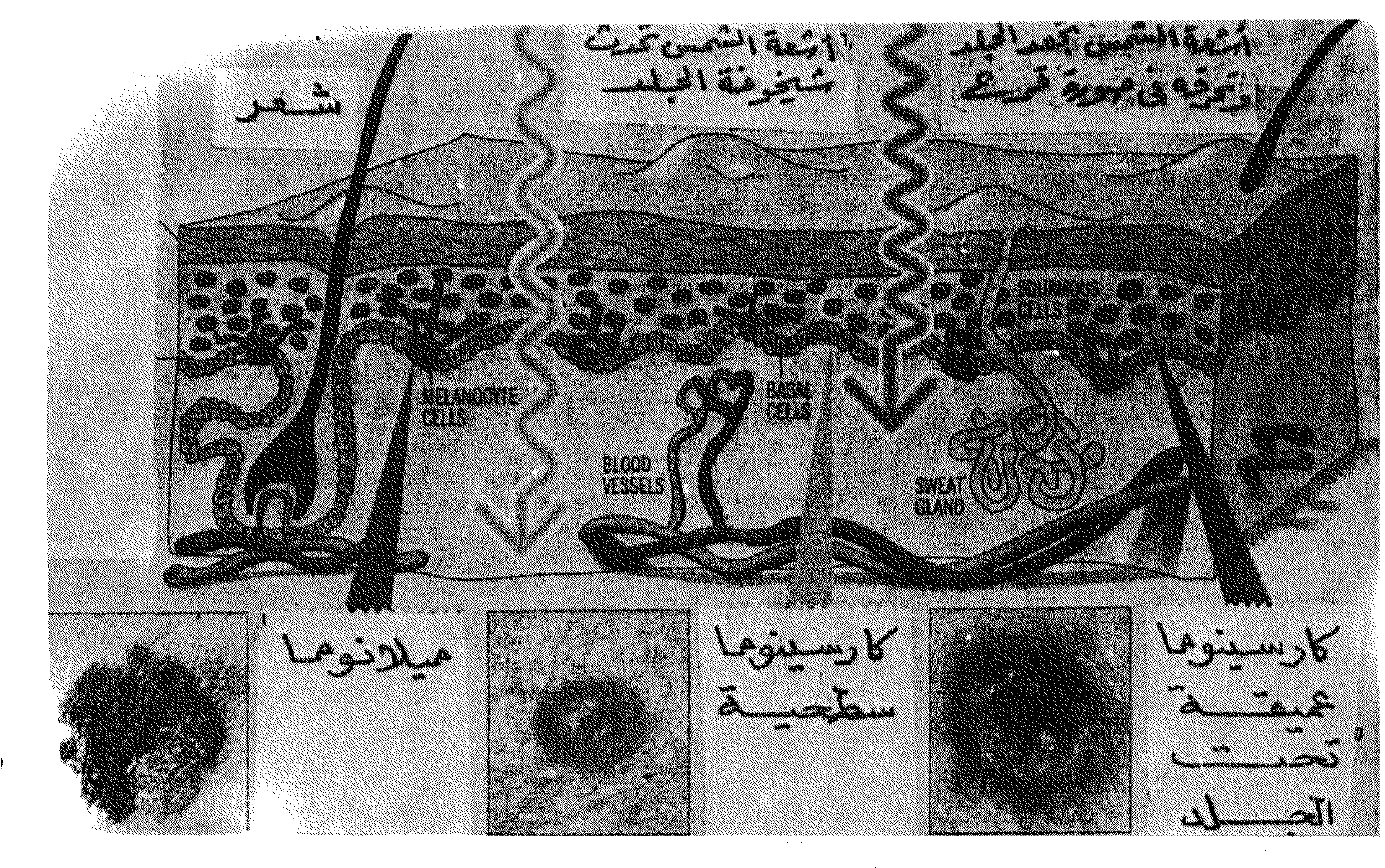
ومن باب التوعية ظهرت مؤخرًا فى الولايات المتحدة نشرات دعائية، تحذر من التعرض الزائد لأشعة الشمس، تحت شعار: «احترق اليوم... تدفع باكر!!».

ولقد دلت بعض الإحصائيات العلمية على أن النقص فى طبقة الأوزون، لو بلغ ١٪، فإن الأشعة فوق البنفسجية التى تصل إلى الأرض تزداد بنسبة تعادل ٢٪، وبالتالى فإن معدل الإصابات بسرطان الجلد يزداد بمعدل ٤٪.

وهناك إحصائيات أمريكية، تقول بأن نقصًا قدره ٣٪ فى طبقة الأوزون يعنى ١٨٠٠٠ (ثمانية عشر ألف) إصابة بسرطان الجلد كل سنة.

٢ - التأثير الوراثى:

إن تعريض جلد الإنسان لقدر كبير من الأشعة فوق البنفسجية، يمكن أن يحدث التلف فى الخلايا المعروفة باسم «Epidermal» التى تحت البشرة الخارجية للجلد مباشرة. إن ذلك يحدث تلفًا فى الحمض النووى المعروف



شكل (٢٥) أنواع الميلانوما والكارسيوما فى جلد الانسان

باسم «د ن ا» DNA المركز فى نويات هذه الخلايا. وينجم عن ذلك انقسام هذه الخلايا دون تحكم، وحدوث الأورام. وهذا الانقسام قد يحدث نتيجة التعرض المتكرر لجرعات من الأشعة السينية، أو للحروق، أو نتيجة امتصاص الجلد المتكرر لجرعات من الكيماويات مثل بعض «الكريمات». لكن العامل الأهم، هو تعرض الجلد أيضًا للأشعة فوق البنفسجية. بقدر كبير. وبعد أن يدوم هذا التعرض لسنوات طويلة، يبدأ ظهور الأعراض على هيئة بثور أو نقط سرطانية، يطلق عليها «كيراتوسيز Keratoses» أى «بثور». ويغلب حدوث هذا فى الأشخاص ذوى السن المتوسط أو المتقدم، وعادة ما يكون ظهور هذه البثور فوق الأماكن التى لا تغطيها الملابس أغلب الوقت.

ولأن حمض «د ن ا» هو المسئول عن نقل الصفات الوراثية، فإن إصابته تكون نتيجة للإسراف فى التعرض للأشعة فوق البنفسجية، حينما ينتقل من جيل إلى جيل وراثيًا.

٣ - عتامة العيون وأمراض أخرى:

كما أن نضوب غاز الأوزون، وتسرب قدر كبير من الأشعة فوق البنفسجية إلى الأرض، إضافة إلى ما يحدثه فى الجلد، يمكن أن يحدث أمراضًا أخرى من أهمها «عتامة العيون» المعروفة باسم «المياه البيضاء»، أو «الكتاركت Cataract»، وأمراض أخرى مثل:

* الشيخوخة المبكرة.
* العمى الجليدى Snow Blindness.

* شيخوخة الجلد.
* ضعف الجهاز المناعى.

ونقص مناعة الجسم، تعنى مقاومة أقل لانتشار الأورام السرطانية. وهذا ما ثبت معمليا فى البحوث الطبية، إذ أن تعرض الجسم لجرعات أدير من الأشعة فوق البنفسجية، أدت إلى نقص جهاز المناعة فى الجسم.

٤ - نقص المحاصيل الزراعية:

لقد أجريت تجارب معملية على تأثر عدة أنواع من النباتات بالأشعة فوق البنفسجية، لدراسة مدى تأثرها بهذه الأشعة. ويقول علماء النباتات، بأن لدى كل النباتات أنسجة وقائية تجعلها تتأقلم مع كافة المؤثرات الخارجية، لذلك يتباين تأثير الأشعة فوق البنفسجية، على النباتات المختلفة، مع تساوى الجرعات.

وعلى سبيل المثال فإن نبات «فول الصويا» أصبح يعطى غلة، تقل بنسبة ٢٥٪. عند تأثره بجرعة من الجزء (ب) من الأشعة فوق البنفسجية.

ولقد درست تأثير جرعات مختلفة من هذه الأشعة على (٢٠٠) نوع من النباتات، ولقد أظهر القطن والكرنب وبعض البقول حساسية نحو جرعات هذه الأشعة، واتضح أن نموها يقل وتوقف ظهور أو إنبات بادراتها. كما اتضح أيضًا توقف عمليات بناء الأنسجة فى $\frac{2}{3}$ النباتات محل التجربة.

وأثبتت التجربة أيضًا، أن حبوب اللقاح قد فشلت من الإنبات، وهذا يعنى أن تسرب الأشعة فوق البنفسجية سيضر بكثير من المحاصيل، أى سيقلل غلتها، وسيلحق الضرر بكثير من الأشجار أيضًا.

ولقد وضح هذا التأثير فعلًا اليوم فى كثير من الدول التى تكسو الغابات رقعة كبيرة منها. إذ ثبت أن نسبة كبيرة من أشجار هذه الغابات. قد ألم بها المرض، وأصبحت أغصانها مريضة بآفات لم تكن معروفة من قبل، ودب الجفاف إلى أغصانها، أو دب النخر فى سيقانها، وتهادى كثير منها ساقطًا إلى الأرض، بعد أن ذبلت أغصانه، وجفت أوراقه. ولقد أظهرت إحصائية ألمانية غربية فى عام ١٩٩٠ أن نسبة (٤٥ – ٥٠٪) على الأقل من أشجار الغابة السوداء، قد ألمت بها الآفات. ويرجع العلماء الأسباب، ليس فقط إلى تزايد الأشعة فوق البنفسجية من ثقوب الأوزون، بل يرجحون أن يكون السبب الأكثر تأثيرًا، هو تزايد ثانى أوكسيد الكربون مختلطًا بعناصر أخرى فى الجو. نتيجة للإسراف الشديد فى حرق الوقود فى السيارات التى تخترق الطرق عبر هذه الغابة.

وإذا ما أمعنا النظر فى هذا اللون من التلوث، فإنه ليس مقصورًا على الأشجار أو المحاصيل الزراعية، بل يمتد أيضًا إلى الأعشاب والزراعات، التى تتغذى عليها الحيوانات. وهذا يعنى أن الضرر سيلحق أيضًا بالثروات الحيوانية.

لذلك تبدو الصورة قاتمة، لأن ثقب الأوزون، لن يكون أثره نقص غلة المحاصيل والإسهام فى نشر المجاعات، بل أيضًا، التأثير على الثروة الحيوانية بنقص مصدر غذائها، بل لقد ثبت أيضًا أن تأثيره على قطعان

الماشية الأليفة، يصيب بعضها - مثل الإنسان - بمرض فى عيونها، هو «التهاب الملتحمة»، المعروف باسم «العين الحمراء» «Pink Eye».

٥ - التأثير على الثروة السمكية:

ولقد وجد أيضًا أن تدفق قدر كبير من الأشعة فوق البنفسجية، يقلل من الطحالب والنباتات ذات الخلية الواحدة المعروف بأسماء «البلانكتون، والبروتوزا Protozoans»، والتى تتغذى عليها الأسماك. وأنه يتسبب أيضًا فى هلاك يرقات الأسماك التى تعيش قريبًا من سطح ماء المحيطات والأنهار.

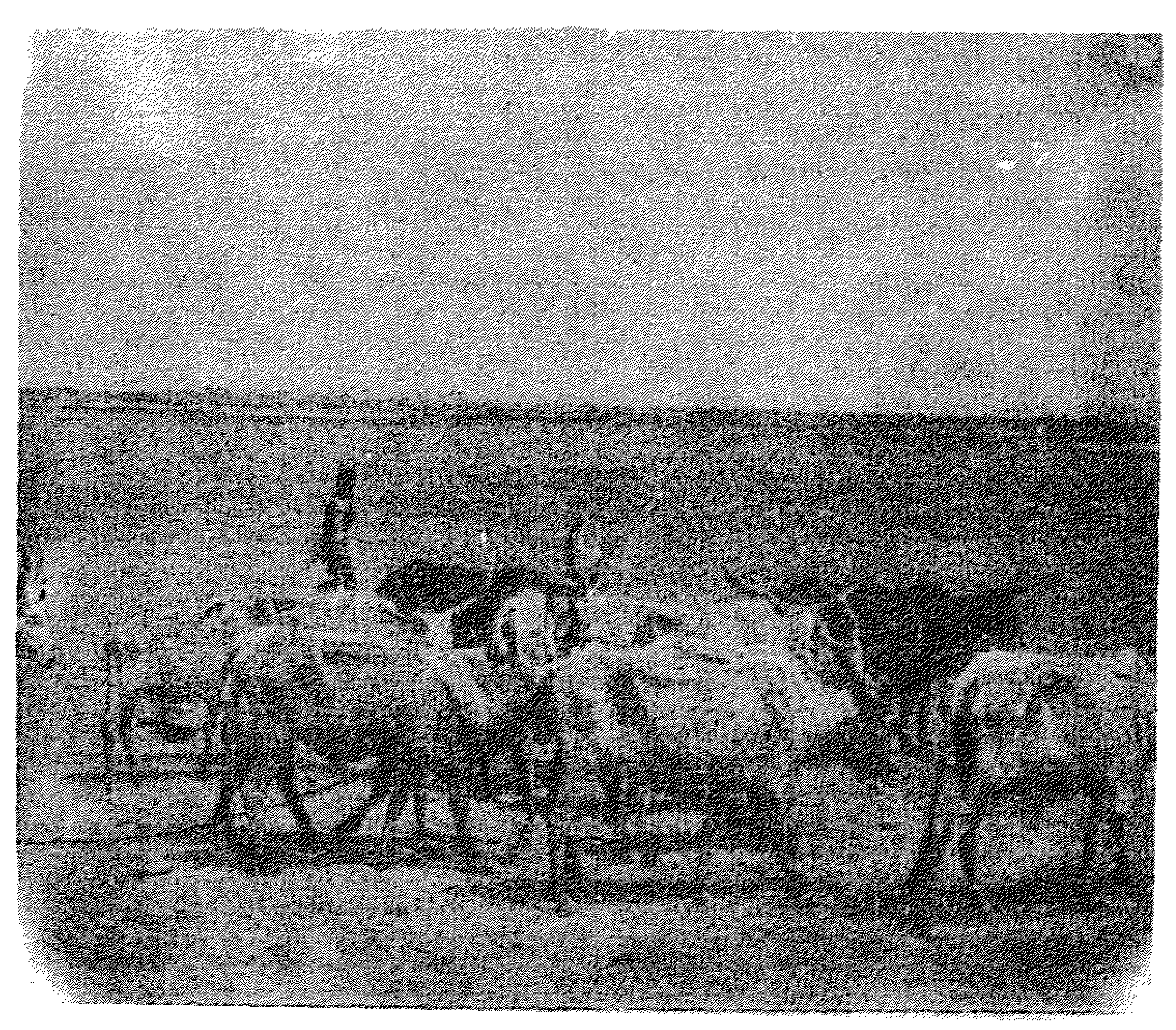
٦ - أضرار اقتصادية:

إن تدفق الأشعة فوق البنفسجية صوب الأرض، يتسبب فى اختزال بعض الألوان وتحويلها إلى ألوان أخرى، وكذلك فإنه يحول لون الزجاج الصافى، ويجعله مائلاً إلى الاصفرار.

وتتفاعل هذه الأشعة مع بعض أنواع الطلاء، مثل طلاء السيارات، ففضلاً عن أنها تغير ألوانها، فإنها تتفاعل معها وتحولها من سطوح ملساء إلى سطوح محببة نتيجة تقشير أجزاء منها.

٧ - تغير المناخ:

إن زيادة الأوزون فى طبقات التروبوسفير نتيجة لعامل التلوث ونقصه فى طبقة الاستراتوسفير، نتيجة الزيادة فى الأشعة فوق البنفسجية، تحدث بلا شك خللاً فى التوازن فى الغلاف الجوى. وتجعل هناك تغيرًا فى



شكل (٢٦) أثر الجفاف على الحيوانات

متوسطات درجات الحرارة فى طبقات الغلاف الجوى، وهذا بدوره له تأثير على دورة الفصول وما يصاحب كل فصل من مناخ، تعودت عليه البشرية عبر عصور التاريخ السابقة، عندما كان هذا التوازن مستقرا ومتجددًا بنفس القدر كل عام. وهذا ما يجعلنا، نشعر اليوم بحلول صيف مبكر، أو خريف متأخر، أو شتاء يسود فيه برد قارس، أكثر مما تعود عليه الناس. أو حلول ظواهر جوية «خاصة» فى غير موعدها. مثل موعد



شكل (٢٧) الجفاف فى أبشع صوره

حلول «الخماسين» فى مصر مبكرة، وكذلك «التوز» فى الكويت، والسعودية، أو «الهبوب» فى السودان.

ونظرًا لارتباط ظاهرة تغير المناخ ليس فقط بنقص الأوزون بل أيضًا بعامل آخر أكثر فاعلية، وهو تزايد ثانى أوكسيد الكربون فى الجو، فإن ذلك سيكون موضوع باب آخر.

الباب السادس

البيوت الزجاجية

إن الحياة على سطح الأرض، مدينة إلى وجود الماء الذى قال الله تعالى عنه فى القرآن الكريم:

﴿وجعلنا من الماء كل شىء حَىّ﴾

ولكن الغلاف الجوى المحيط بالكرة الأرضية، ملىء بغازات مختلفة، يلعب الدور الأساسى فيها، ثلاثة غازات هى: الأوكسجين، وثانى أوكسيد الكربون، والأوزون.

وإذا كان التلوث الذى شمل علينا حياتنا قد أتلف من الأوزون القدر الكبير، وجعل الأشعة فوق البنفسجية تنفذ إلى الأرض، لتحدث فيها خللاً لم تعهده من قبل، فإن التلوث أيضًا له أثره بالنسبة لثانى أوكسيد الكربون فى الغلاف الجوى. إن العوامل البيئية التى يلعب نقص الأوزون دورًا فى تغييرها، وضح أن ضمنها تغير متوسط درجة الحرارة فى الغلاف الجوى. ولكن ليس الأوزون وحده الذى يحدث هذا التغيير، بل إن غاز

ثاني أوكسيد الكربون أيضًا له دور أكبر وأشد أثرًا. هو وغاز آخر هو غاز «الميثان» بل إنهما يعتبران سببًا في حوادث بيئية منتظرة في السنوات القادمة.

ولذلك شئنا أن نفرد هذا الباب لهذه العوامل المؤثرة على مناخ الأرض، والتي ترتبط ارتباطًا قويًّا بظاهرة ارتفاع درجة الحرارة على الأرض. لكي نفصلها عن قضية الأوزون، منعًا للخلط بين المؤثرات.

ذلك أن قضية غاز ثاني أوكسيد الكربون. تقوم على احتمالات وافتراضات وقياسات، لم تصعد إلى مستوى التأكيد بعد، من حيث تأثيرها على مناخ الأرض. وأن إحكام دراسة الموضوعات المتعلقة بالطقس والمناخ حول الكرة الأرضية كلها، وفي طبقات الغلاف الجوي، تقوم على عوامل متشابكة، وليست بالبساطة التي يظنها البعض. وفضلاً عن ذلك فإن إمكانات القياس غير متوفرة حاليا، ويصعب توفير الأجهزة والمعدات والوسائل اللازمة لها، خاصة وأن القياسات التي تنبني عليها الدراسات الحالية، تعتبر قاصرة، لأنها تتم في المناطق المأهولة. بينما أكثر من ¾ سطح الكرة الأرضية يكسوها ماء البحر والمحيطات، وجزء كبير من اليابسة، تكسوه صحراوات قاحلة، أو غابات غير مأهولة، وهذه المناطق يصعب أن تخضع للقياس.

لذلك يلجأ العلماء إلى أسلوب النماذج الرياضية على الحواسب الالكترونية، لوضع مدخلات تقوم على الافتراضات. بغية الحصول على نتائج مازالت حتى الآن غير مؤكدة، لكنها أقرب ما تكون إلى الاتجاه والمدى الصحيح.

حرق الوقود:

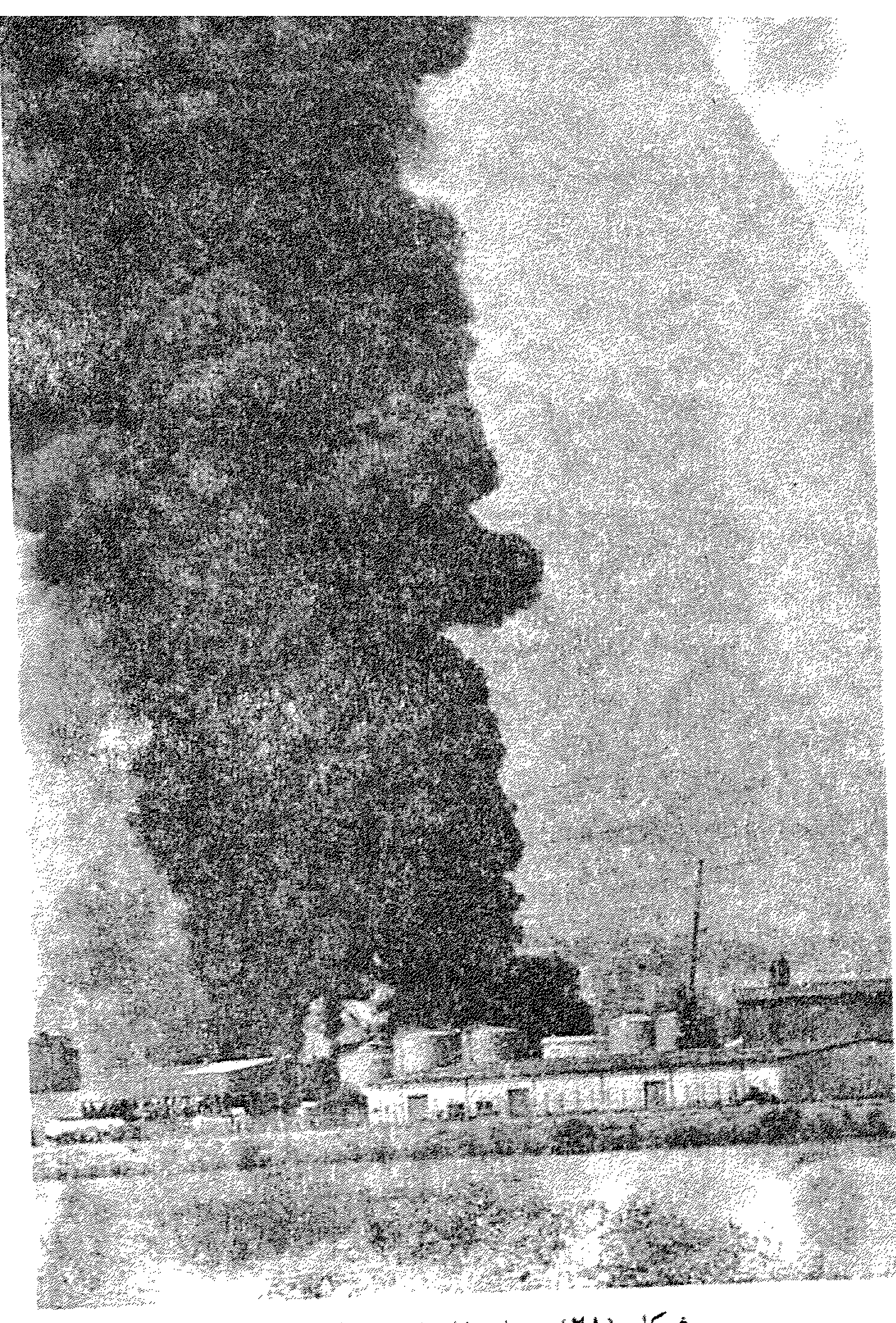
مع بداية الثورة الصناعية، واستخدام الفحم كمصدر للوقود، ازدادت نسبة غاز ثانى أوكسيد الكربون فى الجو. فقد وصلت إلى (٣٦٠) جزءًا فى المليون جزء.

وكانت قبل الثورة الصناعية (٢٨٠) جزءًا فقط فى المليون جزء من الهواء.

وبعد ازدهار الثورة الصناعية، وتقدم التكنولوجيا، وخاصة بعد الحرب العالمية الثانية، بدأ الإسراف فى حرق البترول، وتزايدت أعداد السيارات، والطائرات، والمصانع، وأصبح جو الأرض معبئًا بنتائج هذا الإسراف.

ولقد أوضحت الإحصائيات أنه حتى عام ١٩٣٤، زاد متوسط درجة الحرارة فى نصف الكرة الشمالى، حيث يغلب وجود مراكز الثورة الصناعية، بمقدار نصف درجة مئوية. وأوضحت هذه الإحصائيات أيضا أنه بين عامى ١٩٣٤، ١٩٧٧ وصلت هذه الزيادة إلى ٢,٥ درجة مئوية. هذا الأمر لا يمكن تجاهله، أو الاستخفاف بنتائجه، أو النظر إليه باستهانة على أنه ظاهرة طبيعية، لأن الفرق فى درجة الحرارة بين ما كانت عليه الأرض فى «العصر الجليدى» وأقصى ما ارتفعت إليه درجة الحرارة على الأرض بعد هذا العصر، لا تزيد عن (٥)° خمس درجات مئوية.

لذلك فإن العبث السائد على سطح الكرة الأرضية، والمتمثل فى الإسراف فى حرق الوقود، وتصاعد مزيد من ثانى أوكسيد الكربون إلى



شكل (٢٨) دخان المصانع يناطح السماء

الغلاف الجوى، هو الاتجاه الغالب الذى تشير إليه أصابع الاتهام حاليا.

وعلى المدى الطويل فإن التغييرات المنتظرة نتيجة لهذا العبث، ستكون مصيرية فى أغلب قارات العالم. إذ قد تتحول المناطق شبه الصحراوية إلى صحارى قاحلة بعد أن يضربها الجفاف. كما قد تغرق بلاد وبلدان وتغمرها المياه، أو تجرفها الفيضانات، وتختفى من الوجود.

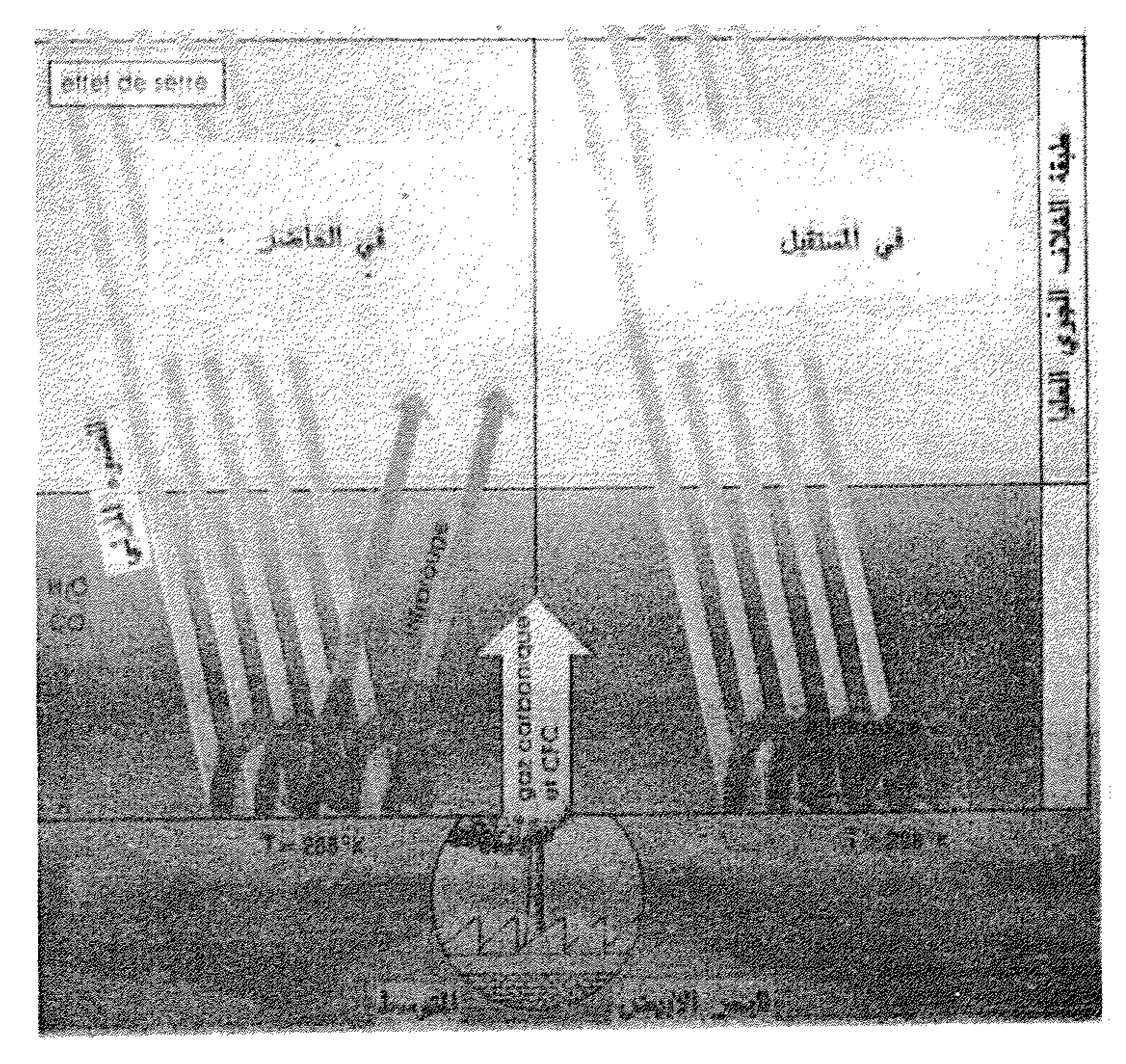
وعندئذ، يصعب على العلماء، إذا كانوا يتوخون الإنصاف، القول بأن هذه ظواهر طبيعية، لأن الطبيعة قد خلق الله فيها كل العوامل متوازنة. أما هذه الظواهر الطارئة، فهى نتاج عبث الإنسان بالطبيعة، وإسرافه الذى أدخل الخلل على هذا التوازن.

ظاهرة البيوت الزجاجية:

دلت الإحصائيات التى تحتفظ بها هيئات الأرصاد الجوية فى كثير من الدول المتقدمة، على أن الفترة التى بدأت منذ عام ١٩٨٠ شهدت أعلى معدلات لارتفاع درجات الحرارة فى مختلف أرجاء الكرة الأرضية، مقارنة بدرجات الحرارة فى السنوات السابقة، وخاصة خلال القرن الماضى.

ويعتقد أن هذا التغيير سببه الأساسى، هو حدوث تغييرات كيماوية فى الغلاف الجوى للأرض، نتيجة نشاطات بشرية متزايدة، أدت إلى ارتفاع درجة الحرارة عن معدلاتها المتوسطة بمقدار يتراوح بين (١)° م، (٢)° م. والعامل الأول فى هذه الزيادة، هو ازدياد نسبة ثانى أوكسيد الكربون فى الجو.

وقد أطلق العلماء لفظًا مجازيًا على هذه الظاهرة هو اسم «التأثير

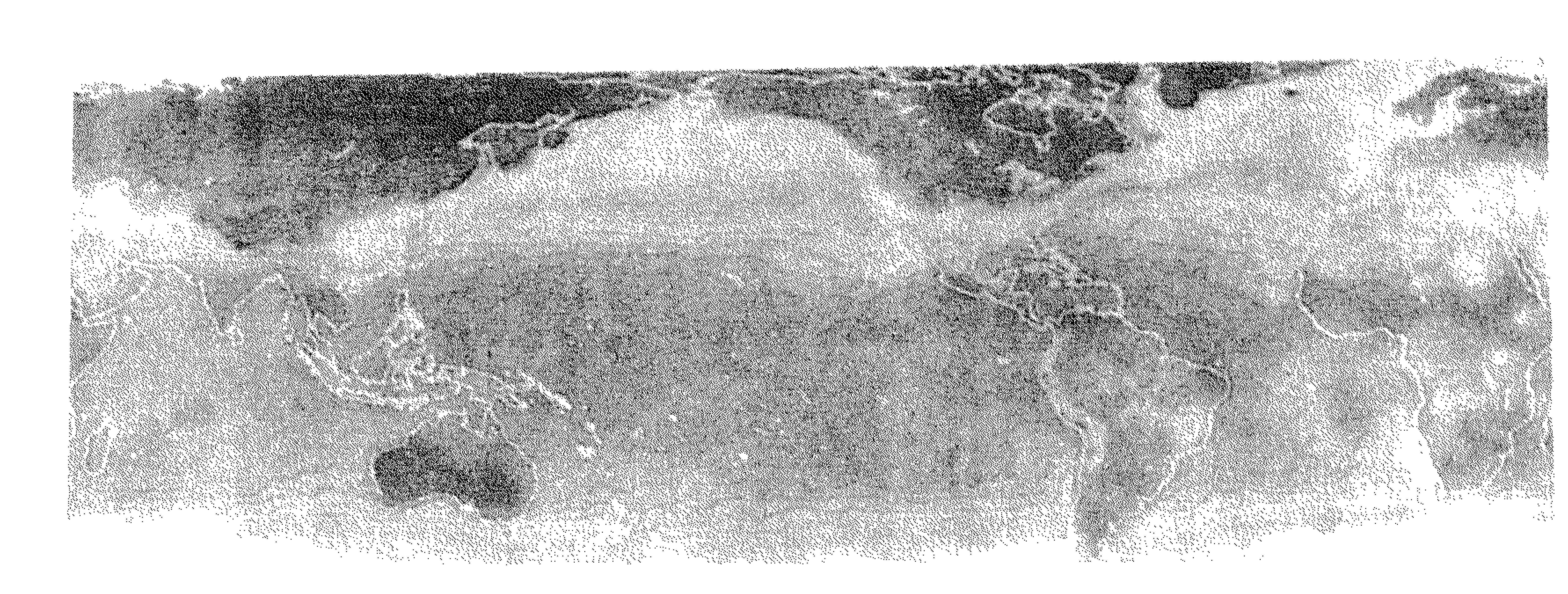


شكل (٢٩) تأثير ثانى أوكسيد الكربون فى الجو

الصوبى» أو «ظاهرة البيوت الزجاجية» «Green House Effect». ومرجع هذه التسمية إلى أن الحرارة المكتسبة بواسطة الأرض من الشمس طوال النهار، تشع إلى الجو فى فترة الليل مرة أخرى منعكسة إلى أعلى. غير أن وجود غلالة ثانى أكيد الكربون المتزايدة فى طبقة

التروبوسفير، تعمل كمظلة تقوم بعكسها ثانية إلى الأرض، إذ أنها لا تستطيع النفاذ إلى الطبقات العليا للجو، وهذا يشبه تمامًا ما يحدث فى «الصوبة الزراعية» أو «البيوت الزجاجية» التى تستخدم للاحتفاظ بالحرارة اللازمة لنمو بعض أنواع النباتات. أو ما يمكن أن نطلق عليه اسم «الدفيئة». ويتوقع العلماء ازدياد تأثير البيوت الزجاجية خلال السنوات الثلاثين القادمة على الأقل، وارتفاع درجة حرارة جو الأرض أكثر بمقدار قد يصل إلى أربع درجات مئوية، الأمر الذى يمكن أن تكون له نتائج بالغة الضرر.

والسبب الواضح لوجود غلالة ثانى أوكسيد الكربون، هو تزايد حرق الوقود المستخدم فى المصانع، والسيارات. غير أن هناك سببًا آخر لا يمكن تجاهله، وهو حرق الغابات عن عمد فى بعض الدول، كمثل ما يحدث فى منطقة غابات الأمازون فى البرازيل، التى كانت يومًا ما تغطى مساحة قدرها (٣) مليون متر مربع. إن الهدف الشرير لحرق الغابات هو تنظيف أراضى لإقامة المساكن فى المناطق المتاخمة للمدن والقرى، وتصلح للزراعة المنظمة. وهو أمر شائع فى كثير من غابات أفريقيا وأندونيسيا والفلبين أيضًا. مثل هذا العمل المدمر، لا يستمر أيامًا بل يمتد شهورًا، لأن إطفاء حرائق الغابات أمر يصعب تحقيقه. فهو عمليًا يظل مستمرًا، دون تدخل بشرى فعال، حتى تهدأ العواصف، أو تسقط الأمطار، أو تخمد النيران ذاتيًا. والضرر الذى يلحق بالبيئة من جراء هذه الحرائق، ليس مقصورًا على قذف آلاف الأطنان من غاز ثانى أوكسيد الكربون إلى الجو، بل يمتد أيضًا إلى كون هذه الغازات عالية الحرارة. وبالتالى فهى ترفع درجة



شكل (٣٠) ارتفاع درجة الحرارة على الأرض

الحرارة فى الغلاف الجوى بقدر ليس ضئيلاً. وفضلاً عن ذلك فإنها تقلص «الغطاء الأخضر» للأرض، الذى هو ينبوع الرحمة للبشر، والذى يعطيها إكسير الحياة وهو غاز الأوكسجين كما أوضحنا من قبل. وهذا ما دعا وكالة الفضاء الأمريكية «ناسا» إلى تصوير مناطق الغابات المشتعلة فى الأمازون، بواسطة مكوك الفضاء فى بعض رحلاته، لتحديد المساحات التى احترقت، ومتابعة تقدمها.

وتقدر بعض الجهات العلمية، أن نسبة زيادة ثانى أوكسيد الكربون فى الجو خلال القرن العشرين، بلغت ٢٥٪ عما كانت عليه فى القرن التاسع عشر.

وقد بنى هذا التقدير بعد تحليل عينات من الهواء كانت محصورة داخل بعض الكهوف الجليدية منذ القرن الماضى. وقد دلت هذه التحليلات على أن هذه الزيادة، ارتفعت من (٢٨٠) جزءًا فى المليون جزء من الهواء من القرن الماضى، إلى (٣٦٠) جزءًا حاليا. وإذا استمر المعدل كما هو، فإن المتوقع أن تصل النسبة إلى (٣٧٥) فى نهاية القرن العشرين.

وغاز الميثان أيضًا:

أشارت بعض التقارير الحديثة إلى أن تأثير غاز ثانى أوكسيد الكربون فى رفع درجة الحرارة للجو، ليس هو العامل الوحيد، بل يوجد غاز آخر أكبر أثرًا هو غاز «الميثان» «Methane»، وأن هذا الأثر أشد (٢٥) مرة من غاز ثانى أوكسيد الكربون.

وغاز الميثان يشكل الجزء الأكبر من الغازات التى تتصاعد من آبار

البترول، فهو يتسرب إلى الجو من حقول النفط، وحقول الغاز الطبيعي ومن عمليات استخراج الفحم، أو تصنيعه.

كما أن نوعيات كثيرة من البكتريا تقوم بتوليده عند تفاعلها مع بعض المواد العضوية كالأسمدة. أو عندما تغمر بعض المزروعات تحت المياه مثلما يحدث في حقول الأرز ومفارخ الدواجن، أو بعض مناطق التقطير. ويتصاعد غاز الميثان من الأسمدة العضوية التي يحرص الفلاحون على اقتنائها، في كثير من دول العالم الثالث، وبعض الدول الأوروبية، ويطلقون عليها اسم «الكومبوست»، أو في ريف مصر باسم «السباخ البلدى». باعتبارها مصدرًا هامًا لتسميد المشروعات، وإكساب التربة قدرًا كبيرًا من الخصوبة. وفي أستراليا يطلق على أكوام هذا السماد العضوى اسم «ترميت Termite». والكوم الواحد منه يستطيع أن يطلق ٥ لترات من غاز الميثان في الدقيقة الواحدة.

ولقد أثبتت دراسات أجريت في جامعة كاليفورنيا أن نسبة غاز الميثان، قد تضاعفت في الغلاف الجوى خلال القرنين الماضيين. وأجرى وفد من العلماء السوفييت والأمريكيين دراسات على الثلوج المستخرجة من القارة القطبية الجنوبية، وثبت لهم أن نسبة غاز الميثان، قد تضاعفت في الجو خلال المائة وستين عامًا الماضية.

وما زالت الأسباب مجهولة حتى الآن، لماذا يحتفظ الغلاف الجوى بكميات ضخمة من هذا الغاز، تجعل إحداثه لتأثير البيت الزجاجى أكثر قدرة (٢٥) مرة من غاز ثانى أوكسيد الكربون.

الاحتمالات المتوقعة:

الاحتمالات المتوقعة لارتفاع درجة حرارة الجو، تشير كلها إلى عواقب وخيمة. ولو شئنا أن نعددها، فإنها كلها تندرج تحت الرؤية المستقبلية للعالم، من وجهة نظر العلماء. وهى إن كانت صورة قاتمة لمستقبل لا يسر، فإن هذا لا يمنع العلماء من دق ناقوس الخطر.

وإن كان بعض العلماء يرى أن البعض يلجأ إلى أسلوب التضخيم والتهويل واختلاق آثار مرعبة ومثيرة، بعيدًا عن الأمانة العلمية، وقد يدخل ضمن ذلك بعض الأهداف السياسية.. وبعض هذه الاحتمالات هى:

* إن الأثر المباشر لارتفاع درجة حرارة الجو، هو أن يرتفع منسوب مياه البحار والمحيطات لزيادة حجمها. وهناك «نماذج رياضية» تشير إلى أن هذا الارتفاع يمكن أن يبلغ (٣٠) ثلاثين سنتميترًا خلال الأربعين سنة القادمة. ولا يمكن تجاهل أن يكون أحد أسباب هذا الارتفاع هو ذوبان ثلوج قبب الجليد فى المنطقتين القطبيتين وانسياب مياهها إلى المحيطات. وعواقب مثل هذا الارتفاع يمكن تصور خطورتها البالغة بالنسبة لكثير من المناطق التى يقل مستواها عن مستوى سطح البحر مثل دولة هولندا، التى تنفق ملايين الجنيهات كل سنة لمنع البحر من الطغيان على أراضيها وسواحلها.

ومثل دولة بنجلاديش، وجزر المالديف، وولاية كاليفورنيا فى الولايات المتحدة الأمريكية. ومثل دلتا نهر النيل. إن الثابت حاليًا، أن مستوى مياه

البحر يرتفع ملليمترًا واحدًا كل عام، أى أنه يرتفع ١٠ سنتيمترات كل قرن. ولا شك أن الارتفاع المضطرد فى درجة الحرارة سيزيد عن هذا المعدل، وهذا ما نشاهد آثاره فى مصر حاليًا «فالنحر» قد أكل شواطئ مصيف رشيد، خلال الأعوام الأخيرة. وهذا يحدث أيضًا فى مناطق رأس البر، والبرلس وإدكو.

إن تزايد هذا «النحر» يعنى تهجير آلاف السكان، وخسارة آلاف الأفدنة، وضياع ملايين الجنيهات فى الإنشاءات القديمة والزراعات القائمة. وضرورة إنفاق ملايين أخرى فى إقامة الحواجز والسدود.

ولقد أحصى بعض العلماء المناطق التى يمكن أن تتأثر بهذا الارتفاع فى مستوى المياه، فوجد أنه (٧٠٠) مدينة ساحلية على وجه التقريب. ولقد قدرت الولايات المتحدة الأمريكية أن إنقاذ شواطئها سيلزمه إنفاق (٣٠٠) مليار دولار على الأقل.

كما أن الأثر الثانى لارتفاع درجة الحرارة هو تغير مناخ الأرض. ولقد سبق للبشرية أن شهدت تغيرات مناخية سابقة فى حقب مختلفة، حدثت بسببها تغيرات مختلفة فى معالم الحضارة. وكان السبب الأساسى فى هذه التغيرات، هو اختلاف درجة الحرارة. فقد غطى الجليد كل أوروبا فى العصور الجليدية ثم تراجع عنها. وكانت مناطق شمال أفريقيا ذات أمطار غزيرة، ثم تحولت إلى صحراء. وهذه التحولات التى شهدتها الحياة، نتجت عن تغيرات فى درجات الحرارة كانت تقل عن أربع درجات.

فما بالنا والمتوقع أن يزيد الارتفاع فى درجة حرارة جو الأرض، نتيجة تزايد النشاطات، التى تلوث الغلاف الجوى، على (٤)°، فى القرن القادم.



شكل (٣١) التصحـــر

والذى لاشك فيه أن ارتفاع درجة الحرارة، سيتبعه ازدياد البخر من مياه البحار والمحيطات، وهذا بدوره سيؤدى إلى زيادة الأمطار فى بعض المناطق وقلتها فى مناطق أخرى. ومعنى ذلك أن حزام المطر الموجود حاليًا سيتحرك، وتصبح بعض المناطق الدائمة الخضرة شبه قاحلة أو قاحلة. وعلى الجانب الآخر، ستتلقى مناطق أخرى مجدبة قدرًا من الأمطار. أى بمعنى آخر إن التوزيع الجغرافى للمحاصيل سيصيبه تغيير كبير.

وقد يأتى يوم فى أوائل القرن القادم نجد فيه إنجلترا الباردة الطقس حاليًا، قد اعتدل جوها، وأصبح مناخها كمثل مناخ دول البحر الأبيض المتوسط.

ويتنبؤ العلماء بأنه إذا لم تتخذ إجراءات فعالة، فإن الصحراء الأفريقية الكبرى، سوف تمتد لتشمل أجزاء واسعة من أفريقيا. وأن الدول التى تعتمد فى غذائها على الأمطار الكثيفة لإنتاج المحاصيل سوف تعانى من الجفاف، وستزداد مشكلة «التصحر»، أى زحف رمال الصحراء لتأكل بعض المدن والقرى المتاخمة للصحراوات.

وبمعنى صريح، أو بقول أدق، فإن هناك مزيدًا من المجاعات ستقبل عليها البشرية. وعلى سبيل المثال، فإنه قد تم عمل «نموذج رياضى» على الحاسب الأليكترونى لظروف دولة إفريقية هى أوغندا، التى تعيش على البن. فتبين أنه لو زادت درجة الحرارة بمعدل درجتين، فإن ذلك سيؤدى إلى القضاء على البن الأوغندى كلية.

وتغير المناخ، يعنى تغير طول فترة الشتاء وطول فترة الصيف، وهذا بدوره يعنى تغير إنتاج المحاصيل.

الباب السابع

مؤتمرات واتفاقيات

سيناريو تطور الأحداث بالنسبة لثقب الأوزون، بدأ عام١٩٧٤، بمقال علمي نشر في الولايات المتحدة. ثم تحقق وجود الثقب فوق المنطقة القطبية الجنوبية عام١٩٧٩ لكنه منذ بدأ عقد الثمانينات أصبح الثقب مشكلة عالمية. فالأخطار التى نبه إليها العلماء، سقطت أمامها الحدود الجغرافية للدول. فهى لا يمكن أن تقتصر على دولة دون أخرى، ولا يمكن أن تكون محدودة، بل هى تشمل البيئة العالمية دون تفرقة. ولذلك يستوى أمام مخاطرها الفاعل والمفعول به.

من أجل هذا أثارت هذه المخاطر التى كانت متوقعة فى أوائل الثمانينات، المهتمين بشئون البيئة فى الدول المتقدمة. وبادرت بعض الدول المتقدمة علميا إلى اتخاذ حلول إيجابية، وذلك بوضع خطوات تدريجية للحد من إنتاج بعض الكيماويات المؤثرة على طبقة الأوزون. والحقيقة التى يجب إبرازها - دون تعصب أو تحيز -، هو أن الولايات

المتحدة كانت أول دولة اتخذت هذه الخطوة، قبل أن تتحرك المحـافل الدولية، لإبرام أى اتفاقية، أو توقيع أى معاهدة، رغم أنها أكبر دولـة منتجة لهذه الكيماويات.

ففى عام ١٩٧٨، حظرت الـولايات المتحـدة الأمريكيـة استخدام «الكلوفلوروكربون» فى علب الرش المختلفة الأنـواع. وهذا التـاريخ سابق لكل الاتفاقيات، ويعقب بدء دق ناقوس الخطر بأربع سنوات فقط.

وقد حذت حذوها أربع دول هى كندا، وفنلندا، والنرويج والسويد. ولكن علماءها طلبوا مزيدًا من الأدلة العلمية على تأثير هذه المادة على غاز الأوزون، إذ لم تكن التجارب والأدلـة، قد نضجت بعـد عن هذا الثقب.

ولقد كانت البحوث العلمية، حتى ذلك الحين فى أوائل الثمانينات، غير مؤكدة ويثار حولها كثيرٌ من الشكوك. ولم تكن الأخطار المتوقعة ترقى فى نظر أغلب الدول إلى درجة اليقين، نظرًا لافتقاد الدليل العلمى القاطع. ولذلك كانت الحلول، تتخذ من قبل قليل من الدول بشكل فردى، وكان التنسيق وتبادل المعلومات ما زال محدودًا.

لكن بعض الهيئات الدولية، كانت تتحرك لخلق وعى علمى عالمى للتنبيه إلى الأخطار. حتى أفلح «برنامج الأمم المتحدة لحماية البيئة»، فى عقد أول مؤتمر عالمى للحفاظ على طبقة الأوزون، فى فيينا عام ١٩٨٥.

معاهدة فيينا (١٩٨٥):

لقد تم توقيع «معاهدة فيينا» فى مارس ١٩٨٥، وكانت بمثابة إقرار

عـالمى لاتخاذ الخـطوات الفعالـة للحفاظ عـلى طبقة الأوزون، ونصت المعاهدة على قيام الدول الموقعة على المعاهدة بخفض استهلاك المواد التى تمثل خطرًا عـلى غاز الأوزون فى الجـو إلى النصف، قبل نهايـة القرن العشرين، وعلى الأخص مادة «الكلوروفلوروكربون».

بروتوكول مونتريال (١٩٨٧):

وفى سبتمبر ١٩٨٧، وقعت الدول الصناعية على «بروتوكول» يقضى بتطبيق «معاهدة فيينا ١٩٨٥»، ووضعها موضع التنفيذ. وكـان ذلك فى اجتماع حضره ممثلو (٤٠) دولة فى مونتريال بكندا فى النصف الثانى من سبتمـبر ١٩٨٧. ولحسن الحظ فـإن الـدول التى وقعت عـلى هـذا البروتوكول، كانت تضم ٧٧٪ من المصانع المنتجة للمواد المهلكة لغاز الأوزون. ولذلك كان هذا بمثابة تحرك عالمى للاعتراف بخطأ قديم، تأخر الاتفاق على درء أخطاره ما لا يقل عن عشر سنوات على الأقل.

ولأن بعض الدول الصناعية الكبرى، كانت لها تحفظات، فقد نص فى البروتوكول على أن يبدأ سريانه اعتبارًا من يناير عام ١٩٨٩. وأن تقوم (٣١) دولة من الدول التى وقعت عليه بالعودة بإنتاجها، وخفضه إلى القدر الـذى كانت تصنعـه عام ١٩٨٦، بعـد ستة أشهـر من بـدء سـريـان البروتوكول. أى بعدم المضى قدمًا فى زيادة ما تنتجه، بل خفضه.

كما ورد أيضًا نص آخر على أن تقلل كل الدول إنتاجها إلى الثلث ($\frac{1}{3}$) قبل نهاية القرن العشرين.

تجربة لتصنيع الأوزون ١٩٨٧:

وكاد التحرك الدولى الإيجابى «بروتوكول مونتريال» يعلن، حتى توا[illegible]ى بعض رجال الصناعة الأمريكيين تفكير، لماذا لا تصنع الأوزون؟، ويبث فى الجو بدلاً من أن يطالبهم المجتمع الدولى بخفض إنتاجهم لبعض المواد الكيماوية، ويسبب لهم خسائر مالية ضخمة.

ففى شهر ديسمبر ١٩٨٧ - أى بعد توقيع البروتوكول بشهرين فقط، وفى مدينة نيويورك اجتمع ممثلو ثلاث عشرة مجموعة لأكبر الشركات الكيماوية المنتجة لغاز الكلوروفلوروكربون، لغرض وضع الخطط الكفيلة بتنفيذ البروتوكول. وفى نفس الوقت البحث عن بدائل، وضمنها محاولة تصنيع الأوزون نفسه بطرق مستحدثة، وتعويض ما يفقد منه فى الجو.

والواضح أن الفكرة كانت خيالية، لأن الأوزون غاز غير مستقر، وليس عنصرًا مستقلاً بذاته. بل هو مخلق نتيجة ظروف طبيعية، وهذا ما تشير إليه الدلائل التى استقرت، ولذلك فإن هذه الفكرة لم تظهر إلى الوجود حتى الآن.

مؤتمر لندن (مارس ١٩٨٩):

من أجل الإعداد الجيد، «للإعلان العالمى لحماية البيئة» الذى كان قد تحدد موعده يوم ١٢ مارس ١٩٨٩، اجتمع قبل ذلك ببضعة أيام فى العاصمة البريطية «لندن»، مندوبو الدول التى ستشارك فى توقيع إعلان

لاهاى، تحت اسم «المؤتمر التنفيذى للحفاظ على طبقة الأوزون». وكان ذلك بين ٦ إلى ٨ مارس ١٩٨٩.

وقد اشترك فى مؤتمر لندن (١٢٤) دولة، مثلها (٨٥) وزيرًا، وافتتح أعماله الأمير «تشارلز» ولى العهد البريطانى، وورد فى كلمته تعبير بليغ، هو:

«إن الحفاظ على طبقة الأوزون، لم تعد مشكلة السياسيين فقط، ولكنها مشكلة رجل الشارع العادى، لأنه أول من سيقاسى إذا ما تآكلت طبقة الأوزون.

صحيح أن أحدًا لن يطلب الآن إلى شعبه أن يتوقف عن استخدام الثلاجات، أو أجهزة التكييف. ولكن ذلك يمكن أن يحدث بالفعل إذا لم يتم، وعلى الفور تخفيض استخدام غاز «الكلوروفلوروكربون» واللجوء إلى غازات أخرى، مهما كانت التكاليف. إن على دول العالم الغنية اليوم أن تدفع فاتورة حساب استهلاكها لهذه الغازات خلال السنوات الماضية».

إعلان لاهاى (مارس ١٩٨٩):

شهدت العاصمة الهولندية لاهاى أكبر تجمع عالمى لحماية البيئة فى شهر مارس ١٩٨٩. فقد حضره (٢٤) رئيس دولة وحكومة لتوقيع «الإعلان العالمى لحماية البيئة». وكان منهم الرئيس المصرى «محمد حسنى مبارك» ومنهم بخلاف السيد الرئيس، الملكة بياقريس ملكة هولندا، والملك حسين ملك الأردن، وزين العابدين بن على رئيس تونس،

وفرانسوا ميتران رئيس فرنسا، والمستشار الألمانى «هليموت كول»، ورئيس وزراء أسبانيا، ورئيسة وزراء النرويج، ورئيس وزراء السويد، ورئيس وزراء ساحل العاج، ورئيس منظمة اليونسكو، ورئيس وزراء السوق الأوروبية المشتركة، والدكتور مصطفى كمال طلبة (المصرى) مدير برنامج البيئة التابع للأمم المتحدة.

وقد وقع الرؤساء إعلان لاهاى التالى:

نص إعلان لاهاى «لحماية البيئة» وطبقة «الأوزون»:

١ - إن كل الحقوق التى تنبع من حق الحياة، وهو الحق الذى تكفله المسئولية فى كافة بلدان العالم.

٢ - واليوم تتحدد أساسيات الحياة فى كوكبنا، بما يتعرض له الغلاف الجوى للأرض من مخاطر عميقة.

٣ - وقد أوردت الدراسات العلمية المسئولية على مدار السنوات القليلة الماضية، وجود وأبعاد المخاطر المأخوذة فى الاعتبار، والتى تتصل على وجه الخصوص بتسخين الغلاف الجوى وتدهور طبقة الأوزون.

وقد قاد هذا الأخير - بالفعل - العالم نحو العمل من أجله، متمثلاً فى اتفاقية فيينا لعام ١٩٨٥ لحماية طبقة الأوزون، وبروتوكول مونتريال عام ١٩٨٧. بينما تتم دراسة الغلاف الجوى من خلال مائدة مستديرة، بين حكومية تأسست بواسطة برنامج الأمم المتحدة للبيئة، والمنظمة الدولية للأرصاد، وقد بدأت أعمالها على التو بالإضافة إلى القرار رقم ٤٣/٥٣

لعام ١٩٨٨، الذى وافقت عليه الجمعية العامة للأمم المتحدة من أجل حماية المناخ العالمى.

٤ - وتبعًا للمعرفة العلمية الحالية، فإن تداعيات مثل هذه الظواهر، قد تهدد تمامًا الأنظمة البيئية شأنها فى هذا الشأن معظم الأرصدة الحيوية للجنس البشرى.

٥ - وبما أن المشكلة تشمل بعدها الكوكب كله، فالحلول يجب أن تقترح على مستوى شامل. ونظرًا لطبيعة مثل هذه الأخطار، فإن الإصلاحات المأمولة يجب ألا تتضمن فقط المسئولية الأساسية من حيث صون النظام البيئى، بل أيضًا حق الإنسان فى بيئة صالحة للحياة. وما يستتبع ذلك من مسئولية مجتمع الدول - وجهًا لوجه - بكل أجيالها الحاضرة والقادمة لعمل كل ما يمكن عمله من أجل صون نوعية الغلاف الجوى.

٦ - نكون واضعين فى اعتبارنا - رغم ذلك - أننا إذ نواجه مشكلة ذات حل له صفات ثلاث، وضعًا يدعونا لتعامل جديد، بنمو مبادئ جديدة للقانون الدولى، وبصناعة القرار مع وسائل قسرية غير مسبوقة.

٧ - إن ما سنحتاجه هنا، الطرق التنظيمية، التى تأخذ فى الحسبان مشاركة ومساهمة جهود الدول، التى حققت مستويات مختلفة من التنمية. فمعظم الإفرازات التى تؤثر على الغلاف الجوى تنبع من الأمم الصناعية، وهى فى نفس الوقت الأمم التى لديها الحيز الأكبر للتغيير. كما أنها أيضًا هى التى تملك الموارد الكبرى للتعامل المؤثر مع هذه المشكلة.

٨ - المجتمع الدولى له التزامات خاصة تجاه الدول النامية، خاصة

تلك الأقل نموًا منها، وهى التى سوف تتأثر سلبيا وبشدة من جراء تغيرات الغلاف الجوى، على الرغم من أن مسئولية العديد منها فى مثل هذه العملية هى مسئولية غيرها.

٩ - يجب على المؤسسات الاقتصادية والهيئات التنموية، سواء منها الدولى أو المحلى أن تنسق أنشطتها، كى تحث على إنتاج الطاقة القابلة للاستمرار.

١٠ - التصديق على هذا الإعلان سيكون بمثابة اعتراف بالالتزام نحو:

(أ) مبدأ تأسيس هيئة ضمن إطار الأمم المتحدة، وفى سياق صون الغلاف الجوى، تكون مسئولة عن مجابهة المزيد من تسخين الغلاف الجوى.

(ب) مبدأ أن تقوم هذه الهيئة، أو تلتزم بعمل الدراسات الضرورية التى توفر المعلومة الصحيحة حين الطلب، وتؤكد على دوران وتبادل المعلومات العلمية.

(جـ) مبدأ الوسائل المناسبة أو الجزاءات، من أجل الحث على التنفيذ المؤثر لقرارات الهيئة،من خلال الاحتكام لمحكمة العدل الدولية.

(د) مبدأ التعويض العادل للأقطار، التى يثبت أن القرارات التى تؤخذ لصون الغلاف الجوى، قد خلقت عبئًا غير عادى عليها، من منطلق مسئوليتهم العملية، عن تدهور الغلاف الجوى.

وبالنسبة لهذا فإن وسائل نهائية يجب أن تؤسس.

(هـ) التصميم عـلى منح المبـادئ المذكـورة عاليـه، الأرضيـة المؤثـرة والمتماسكة، ليس فقط عـلى المستوى التنـظيمى، بل من نـاحية التمويل أيضًا، من خلال الوسائل التشريعية الضروريـة القابلة للتفاوض.

١١ - رؤساء الدول والحكومات الذين أعربوا عن موافقتهم على هذا الإعلان من خلال توقيعاتهم المذيلة فى نهايته:

● يؤكدون على تصميمهم من أجل تنفيذ المبادئ المحددة به.

● يعلنـون نيتهم لمزيـد من التقدم فى مبـادرتهم، من خلال الأمم المتحدة، وبالتنسيق والتعاون التأمينى مع الهيئات الموجودة والتى تعمل فى كنف الأمم المتحدة.

● يدعون كل دول العالم، للمشاركة فى الوصول إلى الاتفاقيات التى تحدد إطار العمل والوسائل التشريعية الأخرى الضرورية لتأسيس الهيئة، وتنفيـذ المبادئ الأخـرى المعلنة عـاليه، لصـون الغلاف الجـوى ومنع التغيرات المناخية.

● يلحون على كل دول العالم، للتوقيع والتصديق على الاتفاقيات الخاصة بصون الطبيعة والبيئة.

● يناشدون كل دول العالم، للتصديق على الإعلان الحالى.

النتائج

أسفرت وقائع مؤتمر لندن، وإعلان لاهاى فى مارس ١٩٨٩ عن أن الشعور السائد بين غالبية الدول، هو ضرورة تكثيف الجهود لوقف الخطر الداهم الذى يهدد البشرية.

وتبلورت المشاعر فى الدول النامية، على أن المسئولية الحقيقية تقع على دول العالم الأول المتقدمة والمصنعة للغازات، والمواد المؤثرة على طبقة الأوزون. وأن هذه الدول التى خلقت المشكلة، أصبحت اليوم تطالب الدول النامية بالكف عن استخدام هذه المواد، واللجوء إلى بدائل أخرى. ولكنها أكثر تكلفة، وهذا فيه قدر بين من الظلم.

ولأجل التخفيف من هذا الإحساس، وتوفير مشاعر العدالة لدى كثير من الدول النامية، وتشجيعها على التوقيع على «بروتوكول مونتريال»، فقد تقدمت دول السوق الأوروبية المشتركة، باقتراحات بتقديم مساعدات مالية وفنية، والمعلومات اللازمة للدول النامية، من أجل مساعدتها على المضى فى استخدام بدائل للغازات المؤثرة على طبقة الأوزون.

التخطيط لعام ١٩٩٢:

يجرى الإعداد حاليا لعقد «مؤتمر عالمى للمناخ» فى البرازيل

عام ١٩٩٢، وذلك فى إطار الاحتفال بمرور عشرين عامًا على أول مؤتمر للبيئة سبق أن انعقد فى أستوكهولم عام ١٩٧٢.

مظاهرة لإنقاذ كوكب الأرض (١٩٩٠):

ولقد أثمرت هذه الجهود العالمية، والدولية، فى نمو الوعى لدى الشعوب للحفاظ على البيئة، وقد تبلور هذا الوعى فى المظاهرات الشعبية التى انتظمت فى عواصم ومدن ما لا يقل عن (١٣٥) دولة فى يوم ٢٢ أبريل ١٩٩٠، تحت شعار: «يوم الأرض». وأتى ذلك احتفالاً بالذكرى العشرين ليوم كوكب الأرض، الذى كان قد احتفل به لأول مرة عام ١٩٧٠.

وقد أتت المسيرات الشعبية والمظاهرات والمحاضرات والاحتفالات، تعبيرًا عن زيادة الوعى للحفاظ على البيئة، وإدراك خطورة مشكلة التلوث وتأثيره على سلامة الإنسان. وعلى رأس هذه الموضوعات الوعى بخطورة نضوب طبقة الأوزون، ومخاطر انتشار غاز ثانى أوكسيد الكربون فى الجو.

اتفاق ١٩٩٠:

فى ٢ يوليو ١٩٩٠، اجتمعت فى لندن اللجنة التحضيرية للاجتماع الثانى للدول الموقعة على «بروتوكول مونتريال» وحضرها مندوبو (٨٠) دولة، وقد أقرت (٥٦) دولة منها اتفاقًا تاريخيًا لحماية طبقة الأوزون. كان من أهم قراراته، إنشاء صندوق دولى برأسمال قدره ٢٤٠ مليون دولار لمعاونة الدول النامية على استخدام غازات بديلة لتلك المهلكة لطبقة

الأوزون. وشملت الاتفاقية أيضًا حظر تصنيع عدد كبير من المواد الكيماوية اعتبارًا من عام ١٩٩٧ من المواد المستخدمة فى صناعات البنزين، والتنظيف والايروسولات.

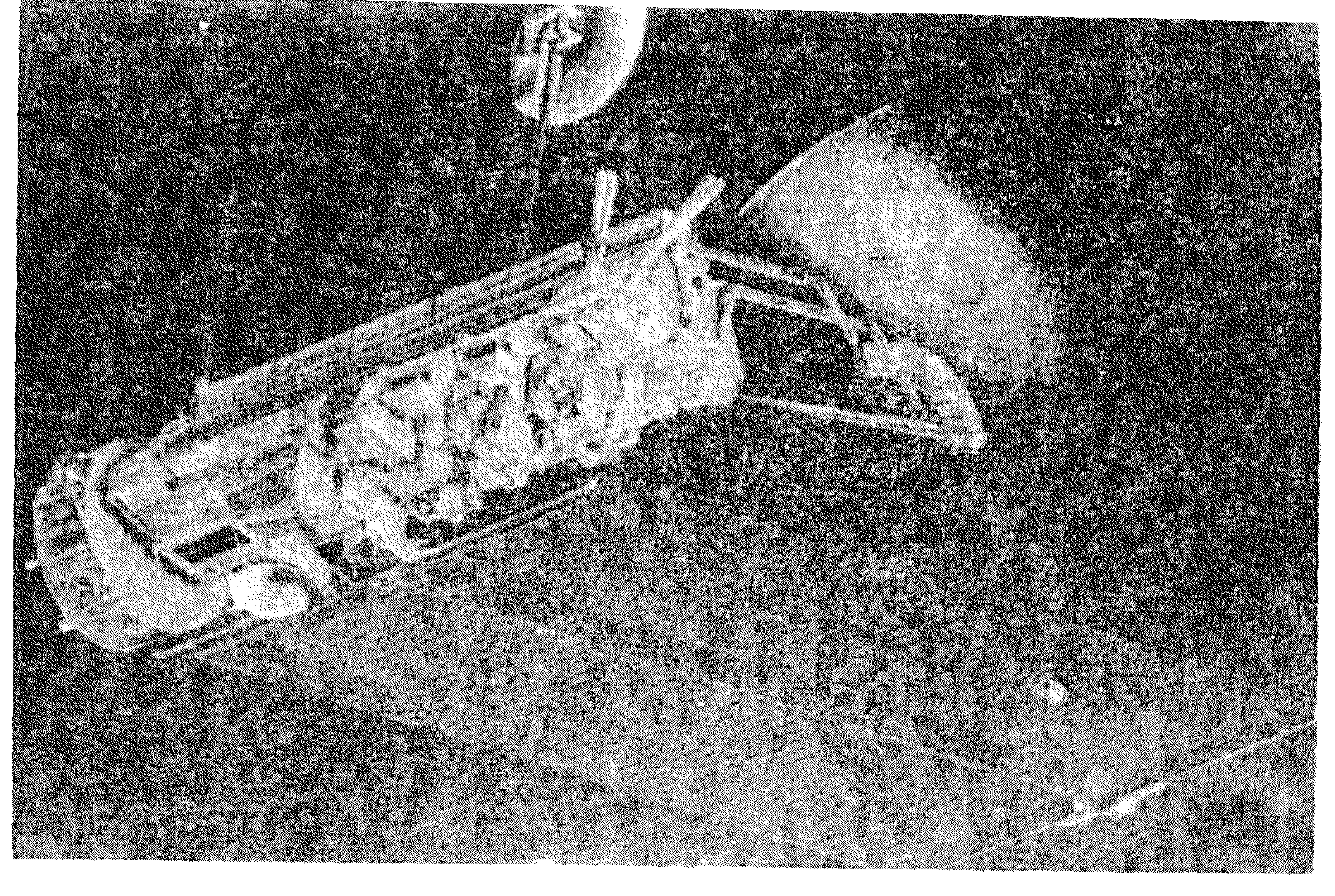
البدائل:

يرتكز البحث العلمى حاليا، من أجل الحفاظ على طبقة الأوزون، على الأمل فى تصنيع مواد بديلة «للكلوروفلوروكربون» لا يكون لها الأثر المهلك لغاز الأوزون.

ولقد أعلنت مؤسسة «ديبونت» الأمريكية للصناعات الكيماوية، أنها توصلت فعلًا إلى مواد جديدة، لكى تستعمل فى تنظيف الشرائح والمنتجات الاليكترونية، وأجهزة التبريد والتكييف بدلًا من «الفريون». وحاليًا ترصد كثير من الشركات الكبرى، ميزانيات كبيرة للبحث العلمى، من أجل الوصول إلى بدائل. وهناك إشارات إلى الوصول إلى غاز جديد تحت اسم «هيدروكربون»، لكن هذا الأخير اكتشف أن له آثارا أخرى، فهو لا يهلك غاز الأوزون، ولكن يهلك البشر على الأرض، بالتأثير على صحتهم؟.

مشروع لإنقاذ كوكب الأرض:

تبنت وكالة الفضاء الأمريكية مشروعًا بيئيا ضخمًا، منذ عام ١٩٨٧ أطلقت عليه اسم «كوكب الأرض». وعرضته أول رائدة فضاء أمريكية



شكل (٣٢) المنصة الفضائية الأمريكية التى ستطلق عام ١٩٩٦ لدراسة البيئة

«الدكتورة سالى رايد». ويعنى البرنامج بثلاث مشاكل عالمية بيئية هى

* التلوث.
* الانفجار السكانى.
* الإسراف فى استخدام الطاقة.

ويعنينا الحلول المقترحة للتقليل من مخاطر هذه المشاكل وخاصة المشكلة الأولى.

ويفكر العلماء المشتركون فى التخطيط لهذا البرنامج فى إطلاق منصتين فضائيتين تحت اسم (E.O.S)، بدءًا من عام ١٩٩٦ ليستمرا فى الفضاء لمدة عشرين سنة.

والهدف من إطلاق هاتين المنصتين، دقة رصد التقلبات التى تطرأ على سطح الأرض، والتغيرات التى يتعرض لها الغلاف الجوى، وذلك فى إطار تعاون وثيق مع عدد من الأقمار الصناعية.

ولذلك فإن النتائج المعول على التحكم فيها فى البيئة، تبدأ بالحد من حجم التغيرات البيئية، مثل ذوبان الغطاء الجليدى فى المنطقتين القطبيتين، ومستوى المياه فى البحيرات الصغيرة، والآثار المدمرة لتلوث الأشجار والنباتات.

وقد يكون عجيبًا التفكير فى التحكم من الفضاء فى ظواهر وآثار بيئية على الأرض، وهذا هو الجديد فى الأمر. لأن دور الأقمار الصناعية، قد يقف عند رصد الظاهرة والتعرف على وجودها ومداها. ولكن دور «المنصة الفضائية» سيمتد إلى استخدام أجهزة وإشعاعات.

وقد خصصت الولايات المتحدة الأمريكية فى عـام ١٩٩٠ ميزانيـة قدرها ٢٤,٢ مليون دولار، لبناء المنصتين، فى إطار ميزانية إجمـالية قـد تتجاوز ٢٠,٠٠٠ مليون دولار.

البـــاب الثـامن

جـدل وحـوار

الوجـه الآخـر:

إن الأمانة العلمية تقتضى القول، بأن ما سقناه فى الأبواب السابقة عن الأوزون، وفجوة الأوزون ومسببات نضوبه، وعن ملوثات الجو، وآثار ذلك كله، يعتبر وجهًا واحدًا لمشكلة بيئية أصبحت عالميـة. لكن هناك وجهة نظر أخرى تعترض على ذلك، بل وتنكر وجود فجوة الأوزون من أساسها. ولا أجد غضاضة فى أن أعرض لهذا الوجه الآخر، لأن التعرض للرأى المعارض، بالتمحيص، هى سمة العلم النافع، ولابد أن يكون من صفات العلماء الاستماع لكل رأى بصدر رحب. ثم إعمال الفكر بالنقد البعيد عن الهوى، فليس فى العلم أهواء. بل برهان وقياسات، وتجارب وحوار ومعادلات وإحصائيات، ثم أخيرًا إعمال للمنطق.

لقد سمعنا بالرأى المعارض لمخاطر الأوزون فى مصر أول ما سمعنا

من أستاذنا «الدكتور جمال الدين الفندى»، فى ندوة علمية عامة فى معرض الكتاب الدولى عام ١٩٨٩. والرجل له مكانته العلمية وله تخصصه، ومؤلفاته وأستاذيته، التى لا يستطيع أن يقتحمها عليه أحد. ولقد استمع إليه الناس، دون اعتراض، لأن المقام لم يكن يسمح بوجود المتخصصين. وقد رحبت بقوله من حيث المبدأ، وقد كان لى شرف إدارة الندوة، ولم يكن المقام يسمح بالخوض فى التفاصيل أمام جماهير المستمعين. ثم أتيحت لى الفرصة للاطلاع على آرائه فى بعض المجلات العربية. ثم طلع علينا عالم آخر هو «الدكتور رشدى سعيد» على صفحات الأهرام فى شهر يناير ١٩٩٠، وردد نفس ما ذكره الأستاذ الدكتور/ جمال الفندى مع شيء من التبيان والتوضيح. وأرجع ذلك لأسباب سنفردها فيما بعد.

وأعقب ذلك، أن نشرت الأهرام وعلى صفحتها الأولى فى أبريل ١٩٩٠ رأيًا مماثلاً لعالم فرنسى هو البروفوسير «هارون تازييف» بما يعنى أن مخاطر ثقب الأوزون أكذوبة كبرى، تقف وراءها مافيا صناعة الكيماويات العالمية، والاحتكارات الصناعية، التى تريد أن تتحول ببعض المنتجات الشائع استخدامها حاليًا إلى أخرى أغلى ثمنًا.

هذه هى الآراء المعارضة، لمخاطر الأوزون، والتى تقول بأن الأمر ضرب من الخداع، على مستوى جماهير العالم.

وقبل أن نتعرض لهذه الآراء، بالنقد تأييدًا أو نفيًا، يلزم أن نخوض فى تفاصيلها، لأن الأمر يجب ألا يعتمد على العموميات، ومن العبث أن يتجادل العلماء لمجرد الاعتراض على رؤوس الموضوعات.

تفاصيل الاعتراضات:

تتلخص نقاط الاعتراض التى يتبناها المعترضون فى الأمور التالية:

١ - إن ثقب الأوزون الذى ظهر فوق منطقة القطب الجنوبى، ليس أكثر من ظاهرة طبيعية، وهو ليس ثقبًا بالمعنى الحرفى بل «نضوب» أو قلة فى التركيز. وسبب حدوثه هو الظواهر الجوية غير العادية فى هذه المنطقة المتجمدة القارصة البرد. والقول بأن فى الغلاف الجوى طبقة يتركز فيها غاز الأوزون، هراء لأن الأوزون يتوزع فى كل طبقات الغلاف الجوى بنسبة ضئيلة للغاية.

٢ - القول بأن ثقب الأوزون يتسع ليس صحيحًا، وكذلك القول بأنه ثقب دائم، بل هو فجوة «تلتئم فى الشتاء القطبى» ثم تعود نسبة تركيز الأوزون مرة أخرى لتقل بعد عدة شهور. وهذه الظاهرة موجودة منذ وجدت الكرة الأرضية. لكن إمكانيات رصدها لم تكن متاحة من قبل. ولم ينجم عنها أية أضرار منذ خلق الله الأرض حتى الآن.

٣ - يستحيل على الغازات المسببة لتلوث الغلاف الجوى أن تصعد إلى ارتفاعات ٣٠ أو٤٠ كيلومتر، لانعدام وجود التيارات الهوائية الصاعدة إلى هذا العلو، فى الاستراتوسفير. وأى شىء من الأرض لا يمكن أن يصل إلى حيث يتركز غاز الأوزون، فيما أطلقوا عليه طبقة الأوزون.

٤ - إن ازدياد نسبة ثانى أكسيد الكربون فى الجو أمر حقيقى، لكثرة المصانع وازدياد أعداد السيارات وحرق الغابات، لكن مياه الأمطار تغسل

الجو فى نصف الكرة الأرضية. ولذلك لا مجال للقول بتغير المناخ على الأرض، لأن له دورات لا نعلم عنها الكثير ذلك أن الإحصائيات الخاصة بذلك، لم تبدأ فى أوروبا إلا منذ (٢٠٠) عام تقريبًا، وفى أفريقيا لم تبدأ إلا منذ (٥٠) عاما وفى مصر فقط. وأنه من باب المغالاة، القول بأن درجة حرارة الجو سترتفع درجة أو اثنتين أو ثلاثة، وهذه كلها ظنون لا إثبات لها.

٥ - من العسير تحديد نسبة ثانى أكسيد الكربون الذى تنفثه عمليات حرق الوقود والغابات فى الجو. والقول بارتفاع درجة حرارة الجو المتوقعة، والتى زين لها تعبير «البيت الزجاجى» مخالفة لذلك تمامًا. فالبشرية مقبلة على عصر جليدى، وليس العكس.

٦ - لقد أقحم بعض العلماء مرض السرطان فى عملية تضخيم أهوال وأخطار ثقب الأوزون، لأن الأوزون ليس وحده الذى يحجب الأشعة فوق البنفسجية عن النفاذ إلى الأرض، بل الأتربة العالقة فى الجو أيضًا تقوم بهذا العمل. والأوزون لا يحجب سوى جزء ضئيل من هذه الأشعة.

٧ - وقضية ثقب الأوزون، ومخاطره استخدمتها مصالح كبرى، لتكون الشغل الشاغل للعاملين فى شئون البيئة. وسرعان ما استغلت الشركات المنتجة لبعض المواد الكيماوية هذا الزعم وأخذت تقرع له الطبول، على مستوى الدعايات العالمية، لأن فترة احتكارها لهذه المواد، أوشكت على الانتهاء. والسر وراء ذلك أن أسعار هذه المواد، وما تدخل فيه من منتجات، أوشكت أن تصبح فى متناول الدول الفقيرة، ولأنها تسعى وراء جنى الأموال الطائلة بشراهة. فلا بأس من اختراع وهم

يوقف تصنيع هذه المواد عام ١٩٩١، لكى تتحول هى إلى مواد أخرى جديدة. ولا شك أن أسعار المنتجات التى تدخل فى صناعتها هذه المواد، ستكون أكثر خمس أو عشر مرات من المواد التى سيوقف استخدامها.

٨ - إن حملة التخويف والتهويل من فجوة الأوزون، وراءها مصالح عالمية وأطماع مالية شريرة، وقد وقع فيها بعض كبار المسئولين فى دول مختلفة. والعائد سيكون ليس مليارات الدولارات بل آلاف المليارات، ولذلك جندت له أبواق زائفة.

تحليل وتعقيب:

المبدأ القائم على احترام الرأى الآخر مبدأ حضارى، ويجب أن لا يفسد للود قضية. والعلماء هم أهل الخشية الذين وصفهم الله بقوله:

﴿إنما يخشى الله من عباده العلماء﴾.

لذلك إذا ما أمعنا النظر فى الآراء المضادة، فإن النظرة يجب أن تكون متجردة وموضوعية.

وهذا ما سأحاول أن أتوخاه فى التعقيب على ما سبق أن أوردته من آراء المعارضين، سالكًا فى ذلك كل إجلال واحترام لهم فى غير ما تعريض. فلكل رأيه وفكره، خاصة وأن منهم من أجله وأحترمه وأدين له، بأستاذيته لى وهو الدكتور «جمال الفندى» أبو رجال الأرصاد الجوية الأكاديميين فى مصر، وأول مصرى حصل على دكتوراه الطبيعة الجوية. وكل المتنبئين الجويين فى مصر والعالم العربى، حصلوا على دراساتهم الجوية فى رحاب الجامعة على يديه.

ولكن لأن القضية عامة، وأصبحت تهم الجماهير قبل أن تهم المتخصصين، فإن الموضوعية العلمية تقتضى التجرد من أى هدف. وقد آليت على نفسى منذ عهد بعيد، أن أبعد عن كل نوازع الميل عند بدء هذا الكتاب، لأن التضخيم والتهويل ليس من ورائه هدف يمكن أن أحققه أو أبغيه. وحسبى أن أقول إنى على يقين أن الكثرة لا تفتننى، وإن الضخامة لا تلهينى عن الجوهر، متأسيًا فى ذلك بقوله تعالى:

﴿قل لا يستوى الخبيث والطيب، ولو أعجبك كثرة الخبيث فاتقوا الله يا أولى الألباب لعلكم تفلحون﴾ [سورة المائدة - آية ١٠٠]

وحسبى أيضًا أنى كراهب للفكر العلمى، جندت نفسى لأن أجمع كل الحقائق فى وعاء واحد، وأبسطها للناس فى قالب محبب، فلست كالببغاء أردد ما يرددون أو أكتب ما يكتبون، ولكن أتوخى المنطق، وأقرر المعقول وأخضعه لنواميس العلم. يشجعنى على ذلك أنى أقرب إلى الهواة من المحترفين، لأن كتابة الحقيقة العلمية بالنسبة لى غاية وليست وسيلة. لذلك أحسب أن كل قول مرسل دون برهان، نتيجته الطبيعية هو أن يبعد الناس عن الحقيقة. وزعم أن ثقب الأوزون وهم وأكذوبة، قول أقل ما يوصف به أنه قول مرسل، ألقى على عواهنه دون أن يسانده برهان أو دليل.

وكيف للعلماء أن يكفروا بالبراهين والتجارب..؟ وكيف للعلماء أن ينكروا الجهد المضنى والمتعدد الجوانب الذى قامت به البعثات العلمية، التى أضناها البحث تحت ظروف جوية قارصة وقاسية، فى المناطق القطبية؟. وكيف للعلماء أن يصفوا الجهد المخلص والبناء بأنه أكذوبة؟، إن

الأكذوبة يمكن أن تنطلى على فرد واحد، أو على أفراد، لكن أن تنطلى على رهط كبير من العلماء المتخصصين فهذا أمر يصعب تصديقه.

إن أحدهم أو بعضهم يمكن أن يخدع أو يرشى أو يشترى، فكيف بالآخرين ؟... وإن كان الأمر يمكن أن يتأثر به علماء دولة أو بعض دول، فكيف بهؤلاء الذين يحتشدون من دول أخرى ؟.

وما بال هذه المؤتمرات التى يحضرها آلاف من المتخصصين، الذين يمثلون مئات الدول، هل يمكن أن تنطلى الأكاذيب على كل هؤلاء جميعًا، ويصبحوا منقادين لرأى كاذب ؟. وهل يمكن أن نتناول الأمر بهذه البساطة، وننكر جهد ما يقرب من ستة عشر عامًا، بقول لا يقوم على برهان ؟.

إذا كانت وسائل العلم وأجهزته وأساليبه التقليدية، قد أخطأت الطريق، فما بال الصور الفضائية التى تعلو كل البشر، وتصور من ارتفاع مئات الكيلومترات بأدق الأجهزة وأحدث التكنولوجيات، وتظهر أن ثقب الأوزون فوق المنطقة القطبية يتسع عامًا بعد عام.

وما بال الحواسب الاليكترونية، لا تخطئ فى أدق الأمور العلمية، ولا يحلو لها أن تسجل كل الأخطاء. إلا فيما يتعلق بالجو والأوزون وثانى أوكسيد الكربون.

إن الحقائق العلمية لا يمكن أن تلتوى وتتلون، ويصبح فيها وجهات نظر مختلفة، وتنسف الأمور من أعماقها، وتنفى الحقائق من أصلها وترجعها إلى نوازع سياسية وأهواء اقتصادية وميول شركات، وأعمال عصابات، فنجعل العلماء كأنهم من رجال المافيا.

وكيف تنعقد كل هذه المؤتمرات الضخمة، تحت أمر كله وهم ويقال إن الفخ نصب، وإن الأمور قد زينتها الصحافة العالمية، وكستها برداء براق كله وهم وتضخيم وأكاذيب، حتى وقع فى الفخ الجميع، ومنهم ملوك ورؤساء دول ووزراء ؟.

ولابد أن نتساءل، أليس لهؤلاء الرؤساء مستشارون ووزراء وأتباع ؟ وإذا كان البعض قد انزلق إلى مجرد حب الظهور، والسعى إلى الشهرة، فكيف يكون ذلك سمة يوصف بها الجميع على اختلاف جنسياتهم، وتخصصاتهم وقدراتهم ؟.

إن المعقول والمنطق، يقتضى أن نقول، بأن هذا القول المرسل يحتاج إلى دليل، ولا أقول إنى أكذبه ولكنى أستبعده.

وأقيم حكمى هذا على حقائق علمية، تتعلق بطبيعة الجو فى طبقات الفضاء، لكى أرد على الحقيقة العلمية الوحيدة التى دارت فى فكر المعارضين، وهى أن المواد الملوثة للجو، لا يمكن أن تصعد إلى أعالى الغلاف الجوى، لأنه لا توجد تيارات هوائية تصعد بها إلى أعلى، بعد طبقة «التربوسفير».

وهذا يقتضى القول بأن الغلاف الجوى فى طبقة الاستراتسفير، لا يخلو من تكوين الهواء قطعيا، بل يتخلخل فيه الهواء وتقل كثافته، وتتباعد جزيئاته حتى يصبح بين كل جزىء والآخر بضعة أمتار، ثم بضعة كيلومترات، ثم بضعة آلاف من الكيلومترات.

وإذا كان الأمر كذلك بالنسبة للهواء، فلماذا لا يكون بالنسبة للأوزون الرقيق، بنسب ضئيلة تشمل طبقتى التروبوسفير،

والاستراتوسفير على حد سواء، وفى كلتا هاتين الطبقتين يوجد الهواء أيا كانت نسبته ولو كانت ضئيلة، وفى كلتا الطبقتين أيضًا يوجد الأوكسجين الذى يتكون منه الأوزون.

وإذا ما أمعنا النظر فى الاعتراض على عدم وجود التيارات الهوائية الصاعدة، التى تحمل المواد المسئولة عن تلويث الجو، فهذا أمر يدعو للعجب، لأننا نكون قد تناسينا أن غاز «الكلوروفلوروكربون» له طبيعته الخاصة بكونه «شديد التطاير». وأن صعوده إلى أعلى يتم ببطء اعتمادًا على هذه الخاصية، وكذلك المثيان، وكذلك الغازات المشبعة بمركبات النتروجين الذى يوجد فى طبقات الجو العليا.

إن العلو الذى نتحدث عنه لا يزيد عن ٤٠ كيلومترًا، فما بالنا وهذا العلو ضئيل للغاية، بالنسبة لاحتراق الصواريخ وبعض الطائرات العسكرية.

وهل يجوز أن نوجه أنظارنا إلى مصادر التلوث الصادرة من الأرض، ونتعجب كيف يمكن أن تصل إلى علو ٤٠ كيلومترًا، وننكر مصادر التلوث، التى تخترق كل طبقات الغلاف الجوى نفسه وتصعد آلاف الكيلومترات، وهى تلوث بغازاتها المتنوعة كل طبقاته، كالطائرات والصواريخ.

ولعل الدقة تقتضى القول بأن نضوب غاز الأوزون ليس لسبب واحد فقط، هو تصاعد بعض أنواع الغازات من الأرض، ذلك أن هناك سببًا آخر أكبر تأثيرًا على نقص الأوزون وفنائه، هو تأثير الأشعة فوق البنفسجية عليه. فإذا أنكر البعض صعود الملوثات من الأرض، فكيف لهم

أن ينكروا تأثير الأشعة فوق البنفسجية التى تسقط عليه من أعلى مصاحبة لضوء الشمس.

ومن العجيب حقا أن يقال، بأن ارتفاع درجة حرارة الأرض، وهم ودجل، إن حقيقة «ظاهرة البيوت الزجاجية» إنها نتاج غلالة من ثانى أوكسيد الكربون تتكون قريبًا من سطح الأرض، فتعكس الحرارة المنبعثة منها، ولم يقل أحد إنها تصعد إلى عنان السماء.

إن إنكار أن البشرية انفتحت شهيتها أكثر من اللازم على حرق الوقود، فى السنوات التى أعقبت الحرب العالمية الثانية، أمر يصعد إلى مستوى المغالطة. وإن إنكار أن أعداد السيارات قفزت عشرات المرات فى كل دول العالم أمر يدعو إلى العجب. وإنكار أن مداخن المصانع أصبحت تنفث آلاف الأطنان من ثانى أوكسيد الكربون وغيره من الملوثات، أمر يجب أن نضع أمامه علامات استفهام كثيرة.

كل ذلك أدى إلى تشكيل عناصر مشكلة تلوث البيئة وتجسيد مخاطرها، وخير شاهد على ذلك، أشجار أوروبا التى تتهاوى وغاباتها التى جفت أغلب فروعها، والآفات المجهولة التى تنخر فيها.

وثالثة الأثافى هو إنكار أن مناخ الأرض قد تغير، وإنكار مقولة أنه قد اعتراه كثير من التغيير. إن الأمر ليس فى حاجة إلى برهان، ولا الرجوع إلى إحصائيات سابقة، قبل ذلك بمئات السنين.

إن السنوات القليلة الماضية فيما لا يزيد عن عشرين سنة، وهى بالنسبة لأى شخص فى متوسط العمر، ليست مدة طويلة، تثبت أن المناخ والطقس ودورة الفصول قد تغيرت. وأحسن مثال على ذلك رياح

الخماسين، التى كانت تحل فى مصر فى شهور فبراير ومارس وأبريل. ولقد تعلمت ذلك عندما كنت أدرس هذا العلم منذ أكثر من ثلاثين سنة.

واليوم قولوا لى متى تحل بنا الخماسين فى مصر؟ إنها أحيانًا تغيب ولا تهب إلا مرة واحدة فى العام أو مرتين، ويحدث ذلك أحيانًا فى مايو، بل وفى يوليو، رغم أنها فى الماضى كانت تهب على الأقل عشر هبات خلال خمسين يومًا.

ومن منا لا يحدث أسرته وأصدقاءه عن الصيف الذى يحل بنا هذه الأيام مبكرًا، أو الشتاء الذى يأتى برده متأخرًا عدة أسابيع بل عدة شهور.

إن الأمر واضح للعيان، وسجلات مصلحة أرصاد القاهرة، يمكن أن تثبته، ولا داعى للرجوع ١٠٠ أو ٢٠٠ سنة إلى الوراء.

موجز القول

إن علماء العالم عندما دقوا ناقوس الخطر لم يجرموا، وأن الأقوال المرسلة، عندما تخالف رأى الأغلبية لابد أن يساندها إثبات، وإلا فهى مجرد رأى مخالف للفت الأنظار.

ولا أسمح لنفسى بالتسرب إلى الظن بأن الأمر قد لا يزيد عن أنه تطبيق لنظرية خالف تعرف، ولا أسمح لنفسى كذلك بإساءة الظن، فى إنكار جهود الآخرين.

ولكن حسبى أنه فى مصرنا العزيزة، هناك بادرة أمل قد تمثلت فى وجود «جهاز للبيئة» يعمل على سلامتها ونظافتها، والتقليل من تلويثها.

وأن الوزير المسئول عن هذا الجهاز واحد من أنجح وزراء مصر المتحررين من القيود، وهو الدكتور عاطف عبيد.

ومن بوادر الأمل كذلك، أن أحد أحزاب مصر التى تشكلت مؤخرًا، هو «حزب الخضر»، أتى تعبيرًا عن وعى شعبى، نأمل له الازدهار والنجاح فى نشر مزيد من الوعى عن نظافة البيئة وعدم تلويثها، ليقف الجهد الشعبى مساندًا للجهد الحكومى، وليرتفع بذوق الإنسان المصرى فى الحفاظ على ما وهبنا الله من طبيعة، يشهد لنا الجميع، أنها من أندر وأجمل ما خلق الله بحرًا وجوا وأرضًا وتراثًا.

وعلى الله قصد السبيل وهو الموفق.

فهـرست

الصفحة

الصفحة

الصفحة

نبذة عن المؤلف
المهندس - سعد شعبان

المؤهلات:

● بكالوريوس فى الهندسة الكهربية - جامعة إسكندرية ١٩٥١
● ماجستير فى الملاحة الجوية من الاتحاد السوفيتى ١٩٦٠
● إجازة طيارى الخطوط الجوية «بمرتبة الشرف» ١٩٥٧

النشاط العلمى والثقافى:

● رئيس تحرير مجلة المهندسين بالقاهرة (سابقًا) من فبراير ١٩٧٥ إلى يوليو ١٩٨٨.
● رئيس تحرير مجلة القوات الجوية بالقاهرة (سابقًا) من ١٩٦٨إلى١٩٧٦.
● رئيس تحرير مجلة الكلية الجوية ببلبيس (سابقًا) لمدة ثلاث سنوات.
● رئيس تحرير سلسلة «العلم والحياة» بالهيئة العامة للكتاب.
● رئيس لجنة الثقافة الجوية والفضاء بنادى الطيران المصرى لمد اثنتى عشرة سنة.
● عضو لجنة الفضاء باتحاد الطيران الدولى بباريس.
● عضو اللجنة العليا للفضاء بأكاديمية البحث العلمى والتكنولوجيا بالقاهرة منذ عام ١٩٨٢.
● أستاذ مادة الفضاء بالدراسات العليا بكلية العلوم جامعة القاهرة (سابقًا).
● متحدث إذاعى وتليفزيونى والمستشار العلمى لبرنامج «عالم الفضاء والطيران» بالتليفزيون وبرنامج «عالم الفضاء» بالإذاعة.
● أستاذ مادة الفضاء بأكاديمية ناصر العسكرية.

● كاتب علمى نشرت له مئات المقالات العلمية عن الفضاء والطيران بمجلات العربى بالكويت، والدوحة بقطر، والحرس الوطنى بالسعودية، والدفاع بالسعودية، والدفاع والهلال والجديد وأكتوبر بالقاهرة.

الجوائز والأوسمة الرسمية المصرية:

● وسام الاستحقاق من الطبقة الأولى عام ١٩٧٩ (بترشيح وزارة الطيران المدنى).

● وسام العلوم والفنون عام ١٩٨٢ (بترشيح نقابة المهندسين).

● وسام الاستحقاق من الطبقة الأولى عام ١٩٨٣ (بترشيح رئاسة الجمهورية).

● جائزة الدولة التشجيعية فى تبسيط العلوم عام ١٩٨٦.

الجوائز العالمية:

● دبلوم «بول تساندييه» من اتحاد الطيران الدولى بباريس عام ١٩٧٧.

● نوط الجدارة من المنظمة العالمية للثقافة الجوية بواشنطن عام ١٩٨٥.

● جائزة «كالينجا» لنشر الثقافة العلمية من منظمة اليونسكو ١٩٨٩.

شهادات التقدير والأوسمة الأهلية:

● وسام الشكر من الاتحاد العام للكشافة والمرشدات عام ١٩٦٥.

● شهادة تقدير من وزارة الطيران المدنى للجهود فى مجال الثقافة الجوية عام ١٩٧٧.

● شهادة تقدير من الجمعية المركزية للكشافة الجوية عام ١٩٨٥.

● شهادة تقدير من الجمعية المصرية للمحافظة على جمال الطبيعة عام ١٩٨٦.

النشاط الاجتماعى:

● رئيس مجلس إدارة جمعية تعمير صحراء الأهرام.

● رئيس مجلس إدارة مسجد فيصل بمطار القاهرة.
● عضو مجلس إدارة مسجد الإمام الحسين، «سابقا».
● رئيس مجلس إدارة مسجد الرحمن «بأبو يوسف» بإسكندرية.

المناصب الرسمية:

● لواء مهندس أركان حرب بالقوات الجوية «سابقًا».
● مدير مكتب نائب رئيس الجمهورية «سابقًا».
● مدير مكتب رئيس الجمهورية بدرجة وزير «سابقًا».

المؤلفات العلمية

عن الفضاء:

١ - صواريخ العصر	وزارة الثقافة	١٩٦٥
٢ - أعماق الكون	دار الكتاب العربى «أعيد طبعه فى الكويت أربع مرات»	١٩٦٧
٣ - الصواريخ فى الحرب الحديثة	التوجيه المعنوى ق.م	١٩٧١
٤ - الطريق إلى القمر	وزارة الثقافة «أعيد طبعه فى مصر ١٩٨٠، ١٩٨٥ بالمملكة العربية السعودية	١٩٧١
٥ - الأقمار الصناعية وسفن الفضاء	دار الكتاب العربى	١٩٧٣
٦ - سكاى لاب والطريق إلى الكواكب	وزارة الثقافة	١٩٧٥
٧ - الملاحة الكونية	القوات الجوية	١٩٧٥
٨ - عصر الفضاء	كتاب اليوم	١٩٧٦

عن الطيران:

٩ - مساعدات الراديو والرادار «بالانجليزية»	القوات الجوية	١٩٥٣
١٠ - المساعدات الملاحية	القوات الجوية	١٩٥٩ «مع آخر»
١١ - أحدث الطائرات	وزارة الثقافة	١٩٦٤
١٢ - المغناطيسية فى الطائرة	القوات الجوية	١٩٦٧
١٣ - دليل الطائرات العربية والمعادية	القوات الجوية	١٩٦٨
١٤ - تمييز الطائرات	التوجيه المعنوى ق.م «وأعيد طبعه ثلاث مرات»	١٩٦٩
١٥ - الطيران الأسرع من الصوت	القوات الجوية	١٩٦٩
١٦ - إنقاذ الطيارين	القوات الجوية	١٩٧١
١٧ - نظم الملاحة الحديثة	القوات الجوية	١٩٧٥ «مع آخر»

عن تبسيط العلوم:

١٨ - الكشاف الجوى	جمعية الكشافة الجوية «أعيد طبعه مع تعديلات ١٩٧٧»	١٩٦١
١٩ - الكشاف الجوى المتقدم	جمعية الكشافة الجوية	١٩٦٣
٢٠ - طرائف علمية	كتاب الجمهورية	١٩٦٨
٢١ - السندباد الجوى	وزارة الطيران المدنى	١٩٧٢
٢٢ - وليد على القمر	دار الفتى العربى «بيروت»	١٩٧٧
٢٣ - كيف يعمل الصاروخ	دار الشروق	١٩٧٨
٢٤ - العلم فى فنجان	دار روز اليوسف «الكتاب الذهبى»	١٩٨٤
٢٥ - أسرار العلم	الهيئة العامة للكتاب	١٩٨٧

٢٦ - لعنة التلوث	الهيئة العامة للكتاب	١٩٨٨
٢٧ - أسرار الفضاء	الهيئة العامة للكتاب	١٩٨٨
٢٨ - الطريق إلى الكواكب	الهيئة العامة للكتاب	١٩٩٠

عن حرب أكتوبر:

٢٩ - دور القوات الجوية فى حرب ١٩٧٣	القوات الجوية	١٩٧٤
٣٠ - مصر بعد العبور	دار الشعب	١٩٧٥

(مع آخرين) (أعيد طبعه عام ١٩٨٨).
بتقديم من الرئيس حسنى مبارك

٣١ - عودة مكوك الفضاء
٣٢ - حرب الكواكب — تحت الطبع

* * *

رقم الإيداع	١٩٩٢ / ٢١٧٥
الترقيم الدولى	977-02-3613-6 ISBN

١ / ٩١ / ٣٦٤

طبع بمطابع دار المعارف (ج.م.ع.)

اقرأ

فى عام ١٩٧٤ نشر العالمان الأمريكيان « رولاند ، ومولينا » بحثًا أشارا فيه إلى أن غاز « الفريون » يمكن أن يقطع سلسلة تجدد غاز « الأوزون » فى الغلاف الجوى ، فإذا باللعنة قد حلت على الأرض ، وصارت التكنولوجيا الحديثة فى بعض صورها سيفًا يهدد الحياة فوق الأرض !!

جرس إنذار يدقه المهندس سعد شعبان الحاصل على وسام الاستحقاق من الطبقة الأولى عام (١٩٧٩) .. ووسام العلوم والفنون عام ١٩٨٢ – ووسام الاستحقاق من الطبقة الأولى (١٩٨٣) وجائزة الدولة التشجيعية فى تبسيط العلوم عام ١٩٨٦ .

